التفسير العلمي

TAFSIR ILMI

KEPUNAHAN MAKHLUK HIDUP

Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang dan Diklat
Kementerian Agama RI

KEPUNAHAN MAKHLUK HIDUP

Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Disusun atas kerja sama

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI
dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang dan Diklat
Kementerian Agama RI

"Dengan nama Allah yang Maha Pengasih, Maha Penyayang"

KEPUNAHAN MAKHLUK HIDUP
Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Cetakan Pertama, Muharam 1437 H/November 2015 M

Oleh:
Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Gedung Bayt Al-Qur'an dan Museum Istiqlal
Jl. Raya TMII Pintu I Jakarta Timur 13560
Website: lajnah.kemenag.go.id
Email: lpmajkt@kemenag.go.id
Anggota IKAPI DKI Jakarta

Disusun atas kerja sama:
Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI
dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Diterbitkan dengan biaya DIPA Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Tahun 2015
Sebanyak : 1000 Eksemplar
Ukuran : 17,5 x 25 cm
ISBN : 978-979-111-011-2

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
No. 158 tahun 1987 — Nomor 0543/b/u/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1	ا	Tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	s
5	ج	j
6	ح	h
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	z
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	s
15	ض	d
16	ط	t
17	ظ	z
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
22	ك	k
23	ل	l
24	م	m
25	ن	n
26	و	w
27	هـ	h
28	ء	‘
29	ي	y

2. Vokal Pendek

ـَ	= a	كَتَبَ	kataba
ـِ	= i	سُئِلَ	su`ila
ـُ	= u	يَذْهَبُ	yażhabu

3. Vokal Panjang

ـَا	= ā	قَالَ	Qāla
ـِى	= ī	قِيْلَ	Qīla
ـُو	= ū	يَقُوْلُ	Yaqūlu

4. Diftong

ـَى	= ai	كَيْفَ	kaifa
ـَوْ	= au	حَوْلَ	haula

SAMBUTAN DAN KATA PENGANTAR

MENTERI AGAMA RI

KEPALA BADAN LITBANG DAN DIKLAT
KEMENTERIAN AGAMA RI

KEPALA LAJNAH PENTASHIHAN MUSHAF AL-QUR'AN
KEMENTERIAN AGAMA RI

KEPALA LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(LIPI)

MEMAHAMI ISYARAT-ISYARAT ILMIAH
AL-QUR'AN: SEBUAH PENGANTAR

SAMBUTAN MENTERI AGAMA RI

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah saya menyambut gembira penerbitan tafsir ilmi (tafsir ayat-ayat kauniyah) dalam Al-Qur'an yang disusun oleh Tim Penyusun Tafsir Ilmi Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama, bekerja sama dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Al-Qur'an yang diturunkan Allah kepada Nabi Muhammad sejak lima belas abad yang silam telah membuka mata hati dan pikiran umat manusia terhadap kunci segala ilmu, yaitu membaca (*iqra'*). Perintah membaca dalam wahyu pertama merupakan suatu revolusi ilmu pengetahuan (*scientific revolution*) yang terbesar dalam sejarah peradaban kemanusiaan. Oleh karena itu, sungguh menjadi kewajiban bagi umat Islam untuk memahami *sunnatullāh* dan menguasai ilmu pengetahuan yang secara tersurat dan tersirat yang ada di dalam rangkaian ayat-ayat suci Al-Qur'an.

Penyusunan Tafsir Ilmi dilakukan berdasarkan masukan dari para ulama dan pakar dari disiplin ilmu yang beragam. Melalui Tafsir Ilmi ini kita diajak untuk mengamati dan memperhatikan alam semesta yang terbentang luas, termasuk mengamati diri sendiri dengan pendekatan teori-teori ilmu pengetahuan yang telah teruji. Keyakinan tauhid akan semakin kokoh dengan mendalami makna ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan kekuasaan-Nya dalam menciptakan alam semesta dan memelihara kese-rasiannya.

Dalam era perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini ayat-ayat tentang ilmu pengetahuan dalam Al-Qur'an semakin banyak di-

buktikan kebenarannya dengan penemuan-penemuan ilmiah yang dipahami secara objektif. Untuk itu, mari kita menghadirkan misi Islam yang universal dalam kehidupan masyarakat modern dengan memahami fenomena-fenomena alam semesta melalui petunjuk-petunjuk Al-Qur'an.

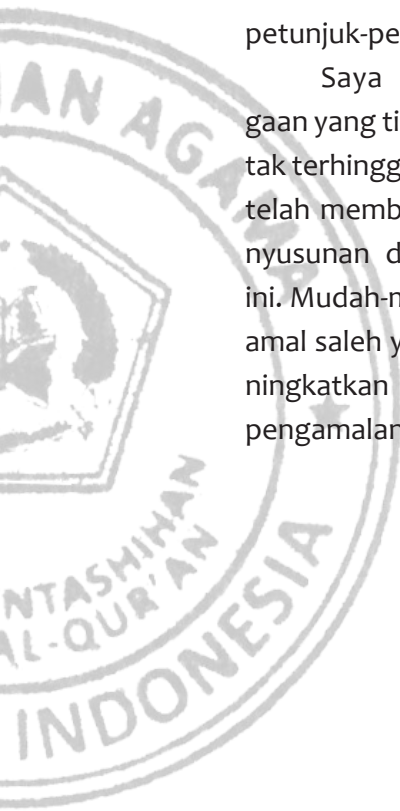
Saya menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah memberikan andilnya dalam penyusunan dan penerbitan Tafsir Ilmi ini. Mudah-mudahan upaya ini menjadi amal saleh yang bermanfaat guna meningkatkan kualitas pemahaman dan pengamalan Al-Qur'an oleh masyarakat sebagai bagian integral dari upaya pembangunan karakter bangsa.

Semoga Allah membimbing kita semua untuk dapat memahami ayat-ayat Allah yang terhimpun di dalam Kitab Suci Al-Qur'an dan memahami tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terhampar di alam semesta.

Sekian dan terima kasih.

Jakarta,   November 2015

Menteri Agama RI,

Lukman Hakim Saifuddin

SAMBUTAN
KEPALA BADAN LITBANG DAN DIKLAT
KEMENTERIAN AGAMA RI

Pandangan ilmiah Islam meyakini bahwa Allah merupakan sumber segala ilmu. Al-Qur'an yang merupakan wahyu Allah adalah sumber dan rujukan utama ilmu pengetahuan di semesta raya. Ajarannya memuat semua inti ilmu pengetahuan, baik yang menyangkut ilmu umum maupun ilmu agama. Ilmu pengetahuan (sains) disampaikan melalui berbagai fenomena sosial dan alam semesta yang terhampar di hadapan kita, mulai dari galaksi, bumi, daratan, samudra, gunung, manusia, hewan, tumbuhan, hingga jiwa sebagai bagian dari manusia, serta atom sebagai unsur terkecil hingga jasad renik sebagai makhluk terkecil.

Albert Einstein mengatakan bahwa, "*science without religion is blind, and religion without science is lame*" (ilmu tanpa agama adalah buta, dan agama tanpa ilmu adalah lumpuh). Iman hanya akan bertambah dan menguat jika disertai ilmu pengetahuan. Tafsir Ilmi Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an merupakan suatu upaya mengintegrasikan sains dan agama. Ayat-ayat Al-Qur'an mengandung berbagai ilmu pengetahuan yang menjadi jawaban atas berbagai problematika manusia. Agama dan sains, keduanya menunjuk pada realitas sejati yang sama, yaitu Allah *subḥānahū wa ta'ālā*, sumber dari segala kebenaran.

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an sejak masih berbentuk tim *ad hoc* tahun 1957 hingga menjadi satuan kerja tersendiri pada tahun 2007 di lingkungan Badan Litbang dan Diklat terus berupaya menjadi gerbang utama dalam menjaga dan mengkaji Al-Qur'an. Ayat-ayat Al-Qur'an mengandung kekayaan khazanah ilmu yang luas, konkret, dan ilmiah sepanjang

masa, *fī kulli zamān wa makān,* sebagai sumber ilmu yang tidak akan habis digali.

Kehadiran buku Tafsir Ilmi pada tahun 2015 ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat akan penafsiran ilmu agama serta memotivasi masyarakat untuk bersungguh-sungguh mencari dan mempelajari ilmu pengetahuan, sebagai sarana untuk semakin mendekatkan diri kepada Allah.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kami sampaikan atas kontribusi para ulama dan pakar yang berasal dari LIPI, LAPAN, Observatorium Bosscha ITB, dan para pakar lainnya, serta tim penyusun Tafsir Ilmi. Semoga kerja keras tim Tafsir Ilmi Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dengan berbagai tema sains yang telah dihasilkan mampu menjadi ladang pahala di akhirat kelak.

Jakarta, September 2015
Kepala Badan Litbang dan Diklat

Prof. Dr. H. Abd. Rahman Mas'ud, Ph.D
NIP. 19600416 198903 1 005

SAMBUTAN
KEPALA LAJNAH PENTASHIHAN MUSHAF AL-QUR'AN KEMENTERIAN AGAMA RI

Sebagai salah satu wujud upaya peningkatan kualitas pemahaman, penghayatan, dan pengamalan ajaran Islam (Al-Qur'an) dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara, Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI pada tahun 2011 telah melaksanakan kegiatan kajian dan penyusunan Tafsir Ilmi atau Tafsir Ayat-ayat Kauniyah. Metode yang diterapkan dalam kajian dan penyusunan tafsir ini serupa dengan metode yang digunakan dalam kajian dan penyusunan Tafsir Tematik. Sebagai langkah awal, ayat-ayat yang terkait dengan sebuah persoalan dihimpun untuk selanjutnya dianalisis dalam rangka menemukan pandangan Al-Qur'an yang utuh menyangkut persoalan tersebut. Hanya saja, Tafsir Tematik yang saat ini juga sedang dikembangkan oleh Kementerian Agama menitikberatkan bahasannya pada persoalan akidah, akhlak, ibadah, dan sosial, sedangkan Tafsir Ilmi fokus pada kajian saintifik terhadap ayat-ayat kauniyah dalam Al-Qur'an.

Dalam beberapa tahun terakhir telah terwujud kerja sama yang baik antara Kementerian Agama dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dalam upaya menjelaskan ayat-ayat kauniyah dalam rangka penyempurnaan buku *Al-Qur'an dan Tafsirnya*. Hasil kajian ayat-ayat kauniyah ini dimasukkan ke dalam tafsir tersebut sesuai tempatnya sebagai tambahan penjelasan atas tafsir yang ada, yang disusun berdasarkan urutan mushaf.

Kerja sama dua instansi ini berlanjut ke arah kajian dan penyusunan Tafsir Ilmi semenjak tahun 2009 silam. Hingga saat ini sudah ada enam judul

buku yang berhasil disusun dan diterbitkan. Lantas, kegiatan kajian dan penyusunan Tafsir Ilmi pada Tahun Anggaran 2013 menghasilkan tiga tema yang diterbitkan pada tahun 2015 ini. Keempatnya adalah:

1. *Jasad Renik dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*;
2. *Kepunahan Makhluk di Bumi dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*; dan
3. *Eksistensi Kehidupan di Alam Semesta dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*.

Tim kajian dan penyusunan Tafsir Ilmi terdiri atas para pakar dengan latar belakang keilmuan yang berbeda dan dapat dibedakan dalam dua kelompok. *Pertama*, mereka yang menguasai persoalan kebahasaan dan hal lain yang terkait penafsiran Al-Qur'an, seperti *asbābun-nuzūl, munāsabātul-āyāt*, riwayat-riwayat dalam penafsiran, dan ilmu-ilmu keislaman lainnya. *Kedua*, mereka yang menguasai persoalan-persoalan saintifik, seperti fisika, kimia, geologi, biologi, astronomi, dan lainnya. Kelompok pertama disebut Tim Syar'i, dan yang kedua disebut Tim Kauni. Keduanya bersinergi dalam bentuk *ijtihād jamā'ī* (ijtihad kolektif) untuk menafsirkan ayat-ayat kauniyah dalam Al-Qur'an. Tim penyusun Tafsir Ilmi tahun 2011 terdiri dari:

Pengarah:
1. Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI
2. Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
3. Kepala Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an

Ketua:
Prof. Dr. H. Hery Harjono

Wakil Ketua:
Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA

Sekretaris:
Dr. H. Muhammad Hisyam

Anggota:
1. Prof. Dr. Arie Budiman (alm.)
2. Prof. Dr. H. Hamdani Anwar, MA
3. Prof. Dr. H. Syibli Sardjaya, LML
4. Prof. Dr. Thomas Djamaluddin
5. Prof. Dr. H. Darwis Hude, M.Si
6. Dr. H. Moedji Raharto
7. Dr. H. Soemanto Imam Khasani
8. Dr. H. Hoemam Rozie Sahil
9. Dr. M. Rahman Djuwansyah
10. Dr. Ali Akbar

Staf Sekretariat:
H. Zarkasi, MA.; H. Deni Hudaeny AA, MA.; Muhammad Musadad, S.Th.I.; Muhammad Fatichuddin, S.S.I.; Jonni Syatri, MA; dan H. Harits Fadlly, MA.

Selaku narasumber tetap dalam kajian ini adalah Prof. Dr. H. Umar Anggara Jenie, Apt. M.Sc., Prof. Dr. M. Quraish Shihab, MA., Prof. Dr. H. M. Atho Mudzhar, MA., Dr. KH. Ahsin Sakho Muhammad, MA., dan Prof. Dr. dr. Muhammad Kamil Tajudin, Sp.And.

Mengingat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat dan menuntut pemahaman yang komprehensif tentang ayat-ayat Al-Qur'an, maka kami berharap kajian dan penyusunan Tafsir Ilmi ini dapat berlanjut seiring dengan dinamika yang terjadi dalam masyarakat.

Akhirnya, kami sampaikan terima kasih yang tulus kepada Menteri Agama yang telah memberikan petunjuk dan dukungan bagi penyusunan Tafsir Ilmi ini. Kami juga menyampaikan terima kasih yang dalam kepada Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama atas saran dan dukungannya bagi terlaksananya tugas ini. Penghargaan dan ucapan terima kasih kami sampaikan pula kepada para ulama dan pakar, khususnya dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung (ITB), dan para pakar lainnya yang telah terlibat dalam penyusunan Tafsir Ilmi ini. Semoga karya yang dihasilkan bermanfaat bagi masyarakat muslim Indonesia khususnya dan masyara-kat muslim di dunia pada umumnya, serta dicatat dalam timbangan amal saleh.

Jakarta, November 2015

Kepala Lajnah
Pentashihan Mushaf Al-Qur'an

KEMENTERIAN AGAMA
Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
JAKARTA

Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA
NIP. 19710818 200003 1 001

SAMBUTAN
KEPALA LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(LIPI)

Bismillahirraḥmānirraḥīm

Adalah kewajiban kita untuk memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah atas terbitnya buku seri kelima Tafsir Ilmi, yang merupakan hasil kerja sama antara Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an, Badan Litbang dan Diklat Agama, Kementerian Agama RI dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Seri kelima ini terdiri dari tiga judul: *Jasad Renik dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains*, *Eksistensi Kehidupan di Alam Semesta dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains*, dan *Kepuhanan Makhluk Hi-dup dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains*. Terbitnya tiga buku ini tentu menambah khazanah keilmuan yang merupakan perpaduan antara ilmu *naqliy* (bersumber pada Kitab Suci) dengan ilmu *‘aqliy* (bersumber pada olah rasio) yang dalam sejarah Islam telah menjadi tradisi sejak awal perkembangan peradaban Islam di abad 9 Masehi hingga hari ini. Semoga apa yang dihasikan dari kerja keras para ilmuwan yang bekerja sama dengan para ulama Al-Qur’an ini menambah keimanan para pembaca dan kita semua terhadap kebenaran kitab suci Al-Qur’an.

Memahami kitab suci Al-Qur’an dengan bantuan sains sudah sangat lama dilakukan oleh para ulama Muslim. Ini dimungkinkan karena hubungan antara keduanya bisa saling menguatkan. Subjek ini barangkali tidak begitu penting dibicarakan kembali seandainya saja kemajuan sains dan teknologi di Barat tidak menimbulkan dampak yang signifikan pada masyarakat Muslim. Di dunia Barat hubungan agama dan sains telah menimbulkan kontroversi, dan berdampak pula di kalangan akademisi Muslim. Hal ini mendorong kaum Muslim untuk membincang ulang hubungan antara aga-

ma (Kitab Suci) dengan sains. Oleh karena itu, mendiskusikan hubungan Kitab Suci dengan sains masa kini tetap relevan dengan kepentingan umat Islam Indonesia.

Menyingkap rahasia alam dengan pendekatan sains selain dapat sampai pada pemahaman terhadap fenomena dan hukum-hukum alamiah, juga dapat menemukan hakikat wujud di balik hukum-hukum dan keteraturan alam itu, yaitu Tuhan, zat yang mencipta dan mengatur keteraturan itu. Akan tetapi, memang tidak setiap kegiatan sains dapat berujung pada keberadaan Tuhan. Diperlukan modal metafisik terlebih dahulu sebelum kerja sains dilakukan. Dalam Surah Yūnus/10: 101 Allah berfirman yang artinya, "Katakanlah, perhatikan apa yang ada di langit dan di bumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman." Jadi, melakukan kegiatan sains tanpa iman dapat menjauhkan diri dari Tuhan. Sebaliknya, mendekati alam dengan kerja sains berlandaskan iman akan mempertebal keimanan.

Sebagai bangsa Indonesia, kita menghadapi tantangan yang berkaitan dengan kegiatan kerja sains dalam perkembangan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang kita alami dan jalani pada masa kini. Ilmu-ilmu yang diajarkan dan dikembangkan di perguruan tinggi dan lembaga-lembaga riset kita adalah ilmu-ilmu yang berasal dari Barat yang empiris sekularistik. Ilmu-ilmu empiris itu dikembangkan di atas anggapan dasar ontologi materialistik, yang hanya mengakui wujud fisik dan menolak yang metafisik. Pendekatan positivisme seperti ini telah merasuki pengembangan ilmu-ilmu pengetahuan dalam masyarakat kita di Indonesia, sementara masyarakat kita adalah masyarakat religius yang dikukuhkan dalam dasar negara Pancasila yang sila pertamanya berbunyi, "Ketuhanan Yang Maha Esa".

Islam sangat menganjurkan pencarian fakta-fakta di alam, layaknya yang dilakukan oleh para ilmuwan melalui pengamatan, seperti diungkap dalam Surah Āli 'Imrān/2: 190–191. Jadi, pencarian fakta-fakta tidak semata untuk memahami kerja jagat raya, tetapi lebih untuk menuju pada penghambaan total kepada Sang Pencipta, seperti Firman Allah dalam Surah aż-Żāriyāt/51: 56, "Aku tidak menciptakan jin dan manusia kecuali untuk beribadah kepada-Ku."

Oleh karena itu, kita memerlukan pengembangan ilmu pengetahuan yang didasarkan pada orientasi yang tepat, yaitu kerangka metafisika yang benar. Penyusunan Tafsir Ilmi yang diusahakan oleh kerja sama antara

Kementerian Agama dengan LIPI ini merupakan upaya mengatasi kesenjangan antara pengembangan sains empiris yang sekularistik dengan orientasi metafisik yang benar, supaya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi membuahkan kesejahteraan bagi umat manusia dan memiliki nilai ibadah. Karena itu, kita memberi apresiasi yang tinggi pada usaha-usaha penyusunan Tafsir Ilmi ini. Kita berharap buku-buku ini memberi pencerahan kepada kita semua dalam upaya menjadikan Al-Qur'an sebagai pegangan dan pedoman dalam kehidupan di zaman mutakhir ini.

Pada akhirnya, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kepala Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama dan Kepala Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an yang telah memprakarsai dan memfasilitasi penulisan buku ini. Kami juga ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah berusaha melahirkan buku-buku ini. Secara khusus, terima kasih disampaikan kepada para penulis, yang dalam lingkungan terbatas disebut Tim Syar'i dan Tim Kauni. Tim Syar'i terdiri atas sejumlah ulama Al-Qur'an, yaitu: Dr. H. Ahsin Sakho Muhammad; Prof. Dr. H. Syibli Syardjaya, LML; Prof. Dr. H. Hamdani Anwar; Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA.; Prof. Dr. H. M. Darwis Hude, M.Si; serta Tim Kauni yang terdiri atas para saintis, yaitu: Prof. Dr. H. Umar Anggara Jenie, M.Sc; Prof. Dr. Hery Harjono; Prof. Dr. H. Muhammad Hisyam, MA; Prof. Dr. Arie Budiman (alm.); Dr. H. Moedji Raharto; Prof. Dr. H. Thomas Djamaluddin; Dr. H. M. Rahman Djuwansyah; dan Ir. H. Hoemam Rozie Sahil. Tidak lupa ucapan terima kasih ditujukan pula kepada staf sekretariat yang terdiri atas H. Zarkasi, MA; H. Deni Hudaeny AA, MA; Muhammad Musadad, S.Th.I; dan Muhammad Fatichuddin, S.S.I.

Kami berharap kiranya kerja sama yang telah dimulai sejak tahun 2005 ini dapat berkembang lebih baik, memenuhi harapan umat Islam di Indonesia khususnya dalam upaya meningkatkan peran pengembangan sains dan teknologi. Semoga usaha mulia ini mendapat ganjaran dari Allah dan dicatat sebagai amal saleh. *Āmīn yā rabbal-'ālamīn.*

Jakarta, November 2015
Kepala Lembaga Ilmu
Pengetahuan Indonesia

Prof. Dr. Iskandar Zulkarnain

MEMAHAMI ISYARAT-ISYARAT ILMIAH AL-QUR'AN; SEBUAH PENGANTAR

Al-Qur'an, kitab suci yang berisikan ayat-ayat *tanzīliyah*, mempunyai fungsi utama sebagai petunjuk bagi seluruh umat manusia baik dalam hubungannya dengan Tuhan, manusia, maupun alam raya. Dengan begitu, yang dipaparkan Al-Qur'an tidak hanya masalah-masalah kepercayaan (akidah), hukum, ataupun pesan-pesan moral, tetapi juga di dalamnya terdapat petunjuk memahami rahasia-rahasia alam raya. Di samping itu, ia juga berfungsi untuk membuktikan kebenaran Nabi Muhammad. Dalam beberapa kesempatan, Al-Qur'an menantang siapa pun yang meragukannya untuk menyusun dan mendatangkan "semacam" Al-Qur'an secara keseluruhan (aṭ-Ṭūr/52: 35), atau sepuluh surah yang semacamnya (Hūd/11: 13), atau satu surah saja (Yūnus/10: 38), atau sesuatu yang "seperti", atau kurang lebih, "sama" dengan satu surah darinya (al-Baqarah/2: 23). Dari sini muncul usaha-usaha untuk memperlihatkan berbagai dimensi Al-Qur'an yang dapat menaklukkan siapa pun yang meragukannya, sehingga kebenaran bahwa ia bukan tutur kata manusia menjadi tak terbantahkan. Inilah yang disebut *i'jāz*. Karena berwujud teks bahasa yang baru dapat bermakna setelah dipahami, usaha-usaha dalam memahami dan menemukan rahasia Al-Qur'an menjadi bervariasi sesuai dengan latar belakang yang memahaminya. Setiap orang dapat menangkap pesan dan kesan yang berbeda dari lainnya. Seorang pakar bahasa akan mempunyai kesan yang berbeda dengan yang ditangkap oleh seorang ilmuwan. Demikian Al-Qur'an menyuguhkan hidangannya untuk dinikmati

dan disantap oleh semua orang di sepanjang zaman.

A. AL-QUR'AN DAN ILMU PENGETAHUAN

Berbicara tentang Al-Qur'an dan ilmu pengetahuan, kita sering dihadapkan pada pertanyaan klasik: adakah kesesuaian antara keduanya atau sebaliknya, bertentangan? Untuk menjawab pertanyaan ini ada baiknya dicermati bersama ungkapan seorang ilmuwan modern, Einstein, berikut, "Tiada ketenangan dan keindahan yang dapat dirasakan hati melebihi saat-saat ketika memperhatikan keindahan rahasia alam raya. Sekalipun rahasia itu tidak terungkap, tetapi di balik itu ada rahasia yang dirasa lebih indah lagi, melebihi segalanya, dan jauh di atas bayang-bayang akal kita. Menemukan rahasia dan merasakan keindahan ini tidak lain adalah esensi dari bentuk penghambaan."

Dari kutipan ini, agaknya Einstein ingin menunjukkan bahwa ilmu yang sejati adalah yang dapat mengantarkan kepada kepuasan dan kebahagiaan jiwa dengan bertemu dan merasakan kehadiran Sang Pencipta melalui wujud alam raya. Memang, dengan mengamati sejarah ilmu dan agama, ditemukan beberapa kesesuaian antara keduanya, antara lain dari segi tujuan, sumber, dan cara mencapai tujuan tersebut. Bahkan, keduanya telah mulai beriringan sejak penciptaan manusia pertama. Beberapa studi menunjukkan bahwa hakikat keberagamaan muncul dalam jiwa manusia sejak ia mulai bertanya tentang hakikat penciptaan (al-Baqarah/2: 30-38).[1]

Lantas mengapa sejarah agama dan ilmu pengetahuan diwarnai dengan pertentangan? Diakui, di samping memiliki kesamaan, agama dan ilmu pengetahuan juga mempunyai objek dan wilayah yang berbeda. Agama (Al-Qur'an) mengajarkan bahwa selain alam materi (fisik) yang menuntut manusia melakukan eksperimen, objek ilmu juga mencakup realitas lain di luar jangkauan panca indera (metafisik) yang tidak dapat diobservasi dan diuji coba. Allah berfirman, *"Maka Aku bersumpah demi apa yang dapat kamu lihat dan demi apa yang tidak kamu lihat."* (al-Ḥāqqah/69: 38). Untuk yang bersifat empiris, memang dibuka ruang untuk menguji dan mencoba (al-'Ankabūt/29: 20). Namun demikian, seorang ilmuwan tidak diperkenankan mengatasnamakan ilmu untuk menolak "apa-apa" yang non-empiris (metafisik), sebab di wilayah ini Al-Qur'an telah menyatakan keterbatasan ilmu manusia (al-Isrā'/17: 85) sehingga diper-

1. 'Abdur-Razzāq Naufal, *Baina ad-Dīn wa al-'Ilm,* h. 42; A. Karīm Khaṭīb, *Allāh Żātan wa Maudū'an,* h. 6.

lukan keimanan. Kerancuan terjadi manakala ilmuwan dan agamawan tidak memahami objek dan wilayahnya masing-masing.

Kalau saja pertikaian antara ilmuwan dan agamawan di Eropa pada abad pertengahan (sampai abad ke-18) tidak merebak ke dunia Islam, mungkin umat Islam tidak akan mengenal pertentangan antara agama dan ilmu pengetahuan. Perbedaan memang tidak seharusnya membawa kepada pertentangan dan perpecahan. Keduanya bisa saling membantu untuk mencapai tujuan. Bahkan, keilmuan yang matang justru akan membawa kepada sikap keberagamaan yang tinggi (Fāṭir/35: 27).

Sejarah cukup menjadi saksi bahwa ahli-ahli falak, kedokteran, ilmu pasti dan lain-lain telah mencapai hasil yang mengagumkan di masa kejayaan Islam. Di saat yang sama mereka menjalankan kewajiban agama dengan baik, bahkan juga ahli di bidang agama. Maka amatlah tepat apa yang dikemukakan Maurice Bucaille, seorang ilmuwan Perancis terkemuka, dalam bukunya *Al-Qur'an, Bibel, dan Sains Modern,* bahwa tidak ada satu ayat pun dalam Al-Qur'an yang bertentangan dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Inilah kiranya yang menyebabkan besarnya perhatian para sarjana untuk mengetahui lebih jauh model penafsiran Al-Qur'an dengan pendekatan ilmu pengetahuan.

B. APA DAN MENGAPA TAFSIR ILMI?

Setiap muslim wajib mempelajari dan memahami Al-Qur'an. Seorang muslim diperintah Al-Qur'an untuk tidak beriman secara membabi-buta *(taqlīd),* tetapi dengan mempergunakan akal pikiran. Al-Qur'an mengajak umat manusia untuk terus berdialog dengannya di sepanjang masa. Semua kalangan dengan segala keragamannya diundang untuk mencicipi hidangannya, hingga wajar jika kesan yang diperoleh pun berbeda-beda. Ada yang terkesan dengan kisah-kisahnya seperti aś-Śa‘labi dan al-Khāzin; ada yang memperhatikan persoalan bahasa dan retorikanya seperti az-Zamakhsyari; atau hukum-hukum seperti al-Qurṭubi. Masing-masing mempunyai kesan yang berbeda sesuai kecenderungan dan suasana yang melingkupinya.

Ketika gelombang Hellenisme ma-suk ke dunia Islam melalui penerjemahan buku-buku ilmiah pada masa Dinasti ‘Abbasiyah, khususnya pada masa pemerintahan al-Makmūn (w. 853 M), muncullah kecenderungan menafsirkan Al-Qur'an dengan teori-teori ilmu pengetahuan atau yang kemudian dikenal sebagi tafsir ilmi. *Mafātīḥul-*

Gaib, karya ar-Rāzi, dapat dibilang sebagai tafsir yang pertama memuat secara panjang lebar penafsiran ilmiah terhadap ayat-ayat Al-Qur'an.[2]

Tafsir ilmi adalah sebuah upaya memahami ayat-ayat Al-Qur'an yang mengandung isyarat ilmiah dari perspektif ilmu pengetahuan modern. Menurut Ḥusain aż-Żahabi, tafsir ini membahas istilah-istilah ilmu pengetahuan dalam penuturan ayat-ayat Al-Qur'an, serta berusaha menggali dimensi keilmuan dan menyingkap rahasia kemukjizatannya terkait informasi-informasi sains yang mungkin belum dikenal manusia pada masa turunnya sehingga menjadi bukti kebenaran bahwa Al-Qur'an bukan karangan manusia, namun wahyu Sang Pencipta dan Pemilik alam raya.

Di era modern tafsir ilmi semakin populer dan meluas. Fenomena ini setidaknya dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut.

Pertama, pengaruh kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan Barat (Eropa) terhadap dunia Arab dan kawasan muslim, terlebih pada paruh kedua abad 19 ketika sebagian besar dunia Islam berada di bawah kekuasaan Eropa. Hegemoni Eropa atas kawasan Arab dan muslim ini hanya dimungkinkan oleh superioritas teknologi. Bagi seorang muslim, membaca tafsir Al-Qur'an bahwa persenjataan dan teknik-teknik asing yang memungkinkan orang-orang Eropa menguasai umat Islam sebenarnya telah disebut dan diramalkan di dalam Al-Qur'an, bisa menjadi pelipur lara.[3] Inilah yang diungkapkan M. Quraish Shihab sebagai kompensasi perasaan *inferiority complex* (perasaan rendah diri).[4] Lebih lanjut Quraish menulis, "Tidak dapat diingkari bahwa mengingat kejayaan lama merupakan obat bius yang dapat meredakan sakit, meredakan untuk sementara, tetapi bukan menyembuhkannya."[5]

Kedua, munculnya kesadaran untuk membangun rumah baru bagi peradaban Islam setelah mengalami dualisme budaya yang tecermin pada sikap dan pemikiran. Dualisme ini melahirkan sikap kontradiktif antara mengenang kejayaan masa lalu dan keinginan memperbaiki diri, dengan kekaguman terhadap peradaban Barat yang hanya dapat diambil sisi materinya saja. Yang terjadi kemudian di kawasan muslim adalah budaya "berhati Islam, tetapi berbaju Barat".

2. Sedemikian banyaknya persoalan ilmiah dan logika yang disinggung, Ibnu Taimiyah berkata, "Di dalamnya terdapat apa saja, kecuali tafsir;" sebuah penilaian dari pengikut setia Aḥmad bin Ḥanbal terhadap ar-Rāzi yang diketahui sangat intens dalam mendebat kelompok tersebut. Berbeda dari Ibnu Taimiyah, Tājuddīn as-Subuki berkomentar, "Di dalamnya terdapat segala sesuatu, plus tafsir". Lihat: Fatḥullāh Khalīf, *Fakhruddīn ar-Rāzi*, h. 13.

3. Jansen, *Diskursus Tafsir Al-Qur'an Modern,* h. 67.

4. M. Quraish Shihab, *Membumikan Al-Qur'an,* h. 53.

5. M. Quraish Shihab, *Membumikan Al-Qur'an,* h. 53.

Tafsir ilmi pada hakikatnya ingin membangun kesatuan budaya melalui pola hubungan harmonis antara Al-Qur'an dan pengetahuan modern yang menjadi simbol peradaban Barat.[6] Di saat yang sama, para penggagas tafsir ini ingin menunjukkan pada masyarakat dunia bahwa Islam tidak mengenal pertentangan antara agama dan ilmu pengetahuan seperti yang terjadi di Eropa pada Abad Pertengahan yang mengakibatkan para ilmuwan menjadi korban hasil penemuannya.

Ketiga, perubahan cara pandang muslim modern terhadap ayat-ayat Al-Qur'an, terutama dengan munculnya penemuan-penemuan ilmiah modern pada abad ke-20. Memang Al-Qur'an mampu berdialog dengan siapa pun dan kapan pun. Ungkapannya singkat tapi padat, dan membuka ragam penafsiran. Misalnya, kata *lamūsi'ūn* pada Surah aż-Żāriyāt/51: 47, *"Dan langit itu Kami bangun dengan kekuasaan (Kami), dan sesungguhnya Kami benar-benar meluaskan(nya)"*, dalam karya-karya tafsir klasik ada yang menafsirkannya dengan "meluaskan rezeki semua makhluk dengan perantara hujan"; ada yang mengartikan "berkemampuan menciptakan lebih dari itu"; dan ada pula yang mengartikan "meluaskan jarak antara langit dan bumi".[7] Penafsiran ini didasari atas pandangan kasat mata dalam suasana yang sangat terbatas dalam bidang ilmu pengetahuan. Boleh jadi semuanya benar. Seiring ditemukannya penemuan ilmiah baru, seorang muslim modern melihat ada tafsiran yang lebih jauh dari sekadar yang dikemukakan para pendahulu. Dari hasil penelitian luar angkasa, para ahli menyimpulkan sebuah teori yang dapat dikatakan sebagai hakikat ilmiah, yaitu *nebula* yang berada di luar galaksi tempat kita tinggal terus menjauh dengan kecepatan yang berbeda-beda, bahkan benda-benda langit yang ada dalam satu galaksi pun saling menjauh satu dengan lainnya, dan ini terus berlanjut sampai dengan waktu yang ditentukan oleh Sang Mahakuasa.[8]

Keempat, tumbuhnya kesadaran bahwa memahami Al-Qur'an dengan pendekatan sains modern bisa menjadi sebuah "Ilmu Kalam Baru". Bila dulu ajaran Al-Qur'an diperkenalkan dengan pendekatan logika/filsafat sehingga menghasilkan ratusan bahkan ribuan karya ilmu kalam, sudah saatnya pendekatan ilmiah/ saintifik menjadi alternatif. Di dalam Al-Qur'an terdapat kurang lebih 750–1000 ayat kauniyah, sementara ayat-ayat hu-

6. M. Effat Syarqāwi, *Qaḍāyā Insāniyyah fī A'māl al-Mufassirīn,* h. 88.

7. Lihat misalnya: aṭ-Ṭabarsī, *Tafsīr Majma' al-Bayān,* 9/203.

8. Kementerian Wakaf Mesir, *Tafsīr al-Muntakhab,* h. 774.

kum hanya sekitar 250 ayat.[9] Lalu mengapa kita mewarisi ribuan buku fikih, sementara buku-buku ilmiah hanya beberapa gelintir saja, padahal Tuhan tidak pernah membedakan perintah-Nya untuk memahami ayat-ayat Al-Qur'an. Kalaulah ayat-ayat hukum, muamalat, akhlak dan akidah merupakan petunjuk bagi manusia untuk mengenal dan mencontoh perilaku Tuhan, bukankah ayat-ayat ilmiah juga petunjuk akan keagungan dan kekuasaaan Tuhan di alam raya ini?

C. PRO-KONTRA TAFSIR ILMI

Model tafsir ilmi sudah lama diperdebatkan para ulama, mulai dari ulama klasik sampai ahli-ahli keislaman di abad modern. Al-Gazāli, ar-Rāzi, al-Mursi, dan as-Suyūṭi dapat dikelompokkan sebagai ulama yang mendukung tafsir ini. Berseberangan dengan mereka, asy-Syāṭibi menentang keras penafsiran model seperti ini. Dalam barisan tokoh-tokoh modern, para pendukung tafsir ini di antaranya Muḥammad 'Abduh, Ṭanṭāwi Jauhari, Ḥanafi Aḥmad, berseberangan dengan tokoh-tokoh seperti Maḥmūd Syaltūt, Amīn al-Khūli, dan 'Abbās 'Aqqād.

Mereka yang berkeberatan dengan model tafsir ilmi berargumentasi antara lain dengan melihat:

1. *Kerapuhan filologisnya*

Al-Qur'an diturunkan kepada bangsa Arab dalam bahasa ibu mereka, karenanya ia tidak memuat sesuatu yang mereka tidak mampu memahaminya. Para sahabat tentu lebih mengetahui Al-Qur'an dan apa yang tercantum di dalamnya, tetapi tidak seorang pun di antara mereka menyatakan bahwa Al-Qur'an mencakup seluruh cabang ilmu pengetahuan.

2. *Kerapuhannya secara teologis*

Al-Qur'an diturunkan sebagai petunjuk yang membawa pesan etis dan keagamaan; hukum, akhlak, muamalat, dan akidah. Ia berkaitan dengan pandangan manusia mengenai hidup, bukan dengan teori-teori ilmiah. Ia buku petunjuk dan bukan buku ilmu pengetahuan. Adapun isyarat-isyarat ilmiah yang terkandung di dalamnya dikemukakan dalam konteks petunjuk, bukan menjelaskan teori-teori baru.

3. *Kerapuhannya secara logika*

Di antara ciri ilmu pengetahuan adalah bahwa ia tidak mengenal kata "kekal". Apa yang dikatakan sebagai *natural law* tidak lain hanyalah sekumpulan teori dan hipotesis yang sewaktu-waktu bisa berubah. Apa yang dianggap salah di masa silam, misalnya, boleh jadi diakui kebenarannya di abad modern. Ini menunjukkan bahwa produk-pro-

9. Wawancara Zaglūl an-Najjār dengan Majalah Tasawuf Mesir, Edisi Mei 2001.

duk ilmu pengetahuan pada hakikatnya relatif dan subjektif. Jika demikian, patutkah seseorang menafsirkan yang kekal dan absolut dengan sesuatu yang tidak kekal dan relatif? Relakah kita mengubah arti ayat-ayat Al-Qur'an sesuai dengan perubahan atau teori ilmiah yang tidak atau belum mapan itu?[10]

Ketiga argumentasi di atas agaknya yang paling populer dikemukakan untuk menolak tafsir ilmi. Pengantar ini tidak ingin mendiskusikannya dengan menghadapkannya kepada argumentasi kelompok yang mendukung. Kedua belah pihak boleh jadi sama benarnya. Karenanya, tidak produktif jika terus mengkonfrontasikan keduanya. Yang dibutuhkan adalah formula kompromistik untuk lebih mengembangkan misi dakwah Islam di tengah kemajuan ilmu pengetahuan.

Diakui bahwa ilmu pengetahuan itu relatif; yang sekarang benar, bisa jadi besok salah. Tetapi, bukankah itu ciri dari semua hasil budi daya manusia, sehingga di dunia tidak ada yang absolut kecuali Tuhan? Ini bisa dipahami karena hasil pikiran manusia yang berupa *acquired knowledge* (ilmu yang dicari) juga mempunyai sifat atau ciri akumulatif. Ini berarti dari masa ke masa ilmu akan saling melengkapi sehingga ia akan selalu berubah. Di sini manusia diminta untuk selalu berijtihad dalam rangka menemukan kebenaran. Apa yang telah dilakukan para ahli hukum (fukaha), teologi, dan etika di masa silam dalam memahami ayat-ayat Al-Qur'an merupakan ijtihad baik, sama halnya dengan usaha memahami isyarat-isyarat ilmiah dengan penemuan modern. Yang diperlukan adalah kehati-hatian dan kerendahan hati. Tafsir, apa pun bentuknya, hanyalah sebuah upaya manusia yang terbatas untuk memahami maksud kalam Tuhan yang tidak terbatas. Kekeliruan dalam penafsiran sangat mungkin terjadi, dan tidak akan mengurangi kesucian Al-Qur'an. kendatipun, kekeliruan dapat diminimalkan atau dihindari dengan memperhatikan kaidah-kaidah yang ditetapkan para ulama.

D. PRINSIP DASAR DALAM PENYUSUNAN TAFSIR ILMI

Dalam upaya menjaga kesucian Al-Qur'an para ulama merumuskan beberapa prinsip dasar yang sepatutnya diperhatikan dalam menyusun sebuah tafsir ilmi, antara lain:[11]

1. Memperhatikan arti dan kaidah-kaidah kebahasaan. Tidak sepatutnya

10. Asy-Syāṭibī, *al-Muwāfaqāt*, 2/46; Amīn al-Khūli, *Manāhij Tajdīd,* h. 219.

11. Poin-poin prinsip ini disimpulkan dari ketetapan Lembaga Pengembangan I‘jāz Al-Qur'an dan Sunah, Rābiṭah ‘Ālam Islāmi di Mekah dan lembaga serupa di Mesir (Lihat wawancara Zaglūl dalam Majalah Tasawuf Mesir Edisi Mei 2001 dan *al-Kaun wa al-I‘jāz al-‘Ilmī fī al-Qur'ān* karya Manṣūr Ḥasab an-Nabi, Ketua Lembaga I‘jāz Mesir)

kata "*ṭayran*" dalam Surah al-Fīl/105: 3, "*Dan Dia turunkan kepada mereka Burung Ababil*" ditafsirkan sebagai kuman seperti dikemukakan oleh Muḥammad 'Abduh dalam *Tafsīr Juz 'Amma*-nya. Secara bahasa itu tidak dimungkinkan, dan maknanya menjadi tidak tepat, sebab akan bermakna, "dan Dia mengirimkan kepada mereka kuman-kuman yang melempari mereka dengan batu ......".

2. Memperhatikan konteks ayat yang ditafsirkan, sebab ayat-ayat dan surah Al-Qur'an, bahkan kata dan kalimatnya, saling berkorelasi. Memahami ayat-ayat Al-Qur'an harus dilakukan secara komprehensif, tidak parsial.
3. Memperhatikan hasil-hasil penafsiran dari Rasulullah *ṣalallāhu 'alaihi wa sallam* selaku pemegang otoritas tertinggi, para sahabat, tabiin, dan para ulama tafsir, terutama yang menyangkut ayat yang akan dipahaminya. Selain itu, penting juga memahami ilmu-ilmu Al-Qur'an lainnya seperti *nāsikh-mansūkh, asbābun-nuzūl,* dan sebagainya.
4. Tidak menggunakan ayat-ayat yang mengandung isyarat ilmiah untuk menghukumi benar atau salahnya sebuah hasil penemuan ilmiah. Al-Qur'an mempunyai fungsi yang jauh lebih besar dari sekadar membenarkan atau menyalahkan teori-teori ilmiah.
5. Memperhatikan kemungkinan satu kata atau ungkapan mengandung sekian makna, kendatipun kemungkinan makna itu sedikit jauh (lemah), seperti dikemukakan pakar bahasa Arab, Ibnu Jinni, dalam *al-Khaṣā'iṣ* (2/488). Al-Gamrāwi, seorang pakar tafsir ilmiah Al-Qur'an Mesir, mengatakan, "Penafsiran Al-Qur'an hendaknya tidak terpaku pada satu makna. Selama ungkapan itu mengandung berbagai kemungkinan dan dibenarkan secara bahasa, maka boleh jadi itulah yang dimaksud Tuhan".[12]
6. Untuk bisa memahami isyarat-isyarat ilmiah hendaknya memahami betul segala sesuatu yang menyangkut objek bahasan ayat, termasuk penemuan-penemuan ilmiah yang berkaitan dengannya. M. Quraish Shihab mengatakan, "...sebab-sebab kekeliruan dalam memahami atau menafsirkan ayat-ayat Al-Qur'an antara lain adalah kelemahan dalam bidang bahasa serta kedangkalan pengetahuan menyangkut objek bahasan ayat".
7. Sebagian ulama menyarankan agar tidak menggunakan penemuan-penemuan ilmiah yang masih bersifat teori dan hipotesis, sehingga dapat

12. *Al-Islām fī 'Aṣr al-'Ilm,* h. 294.

berubah. Itu karena teori tidak lain adalah hasil sebuah “pukul rata” terhadap gejala alam yang terjadi. Begitu pula hipotesis, masih dalam taraf uji coba kebenarannya. Yang digunakan hanyalah yang telah mencapai tingkat hakikat kebenaran ilmiah yang tidak bisa ditolak lagi oleh akal manusia. Sebagian lain mengatakan, sebagai sebuah penafsiran yang dilakukan berdasar kemampuan manusia, teori dan hipotesis bisa saja digunakan di dalamnya, tetapi dengan keyakinan kebenaran Al-Qur'an bersifat mutlak, sedangkan penafsiran itu relatif, bisa benar dan bisa salah.

Penyusunan Tafsir Ilmi dilakukan melalui serangkaian kajian yang dilakukan secara kolektif dengan melibatkan para ulama dan ilmuwan, baik dari Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, LIPI, LAPAN, Observatorium Bosscha, dan beberapa perguruan tinggi. Para ulama, akademisi, dan peneliti yang terlibat dibagi dalam dua tim: Syar‘i dan Kauni. Tim Syar‘i bertugas melakukan kajian dalam perspektif ilmu-ilmu keislaman dan bahasa Arab, sedang Tim Kauni melakukan kajian dalam perspektif ilmu pengetahuan.

Kajian tafsir ilmi tidak dalam kerangka menjustifikasi kebenaran temuan ilmiah dengan ayat-ayat Al-Qur'an, juga tidak untuk memaksakan penafsiran ayat-ayat Al-Qur'an hingga seolah-olah berkesesuaian dengan temuan ilmu pengetahuan. Kajian tafsir ilmi berangkat dari kesadaran bahwa Al-Qur'an bersifat mutlak, sedang penafsirannya, baik dalam perspektif tafsir maupun ilmu pengetahuan, bersifat relatif.

Akhirnya, segala upaya manusia tidak lain hanyalah setitik jalan untuk menemukan kebenaran yang absolut. Untuk itu, segala bentuk kerja sama yang baik sangat diperlukan, terutama antara ahli-ahli di bidang ilmu pengetahuan dan para ahli di bidang agama, dalam mewujudkan pemahaman Al-Qur'an yang baik.[]

Jakarta,   Oktober 2015

Dr. H. Muchlis M. Hanafi, MA
NIP. 19710818 200003 1 001

DAFTAR ISI

AN AGAMA
NTASHIHAN
AL-QUR'AN
INDONESIA

BAB I
PENDAHULUAN

Kepunahan adalah suatu keniscayaan. Suatu saat kelak seluruh alam semesta ini akan Allah hancurkan, termasuk di dalamnya bumi yang kita huni ini. Pada saat itu pula manusia dan seluruh kehidupan di muka bumi akan musnah. Allah berfirman,

كُلُّ مَنْ عَلَيْهَا فَانٍ ۖ ﴿٢٦﴾ وَّيَبْقٰى وَجْهُ رَبِّكَ ذُو الْجَلٰلِ وَالْاِكْرَامِۚ ﴿٢٧﴾

Semua yang ada di bumi itu akan binasa, tetapi wajah Tuhanmu yang memiliki kebesaran dan kemuliaan tetap kekal. (ar-Raḥmān/55: 26–27)

Bagaimana cara pemusnahan itu akan terjadi dinyatakan oleh Allah dalam banyak ayat Al-Qur'an, misalnya dalam Surah al-A‘rāf/7: 137, al-Isrā'/17: 16, al-Furqān/25: 36, asy-Syu‘arā'/26: 172, an-Naml/27: 51, aṣ-Ṣāffāt/37: 136, al-Aḥqāf/46: 25, dan Muḥammad/47: 10. Dalam ayat-ayat tersebut Allah memperingatkan manusia dengan menceritakan kembali bagaimana umat-umat terdahulu yang durhaka telah Allah musnahkan, antara lain melalui proses bencana alam, seperti angin dingin kepada kaum ‘Ad, hujan batu dan api yang disertai gempa kepada kaum Sodom, banjir besar kepada umat Nabi Nuh dan kaum Saba', petir kepada kaum Madyan, dan sebagainya.

Dalam perspektif ilmu pengetahuan, pemusnahan makhluk hidup di muka bumi pernah terjadi, bahkan hingga berkali-kali sepanjang sejarah bumi.

Semua terjadi sebelum manusia ada di muka bumi, dan ini terjadi melalui mekanisme seperti apa yang tertulis dalam Al-Qur'an berupa bencana-bencana alam. Bencana tersebut tidak mengakibatkan kepunahan kehidupan secara keseluruhan, tetapi pada setiap peristiwa lebih dari separuh bahkan pernah sampai di atas 90 persen kehidupan punah. Dilihat dari perspektif ilmu geologi, peristiwa-peristiwa tersebut merupakan fenomena geologi biasa seperti vulkanisme atau kegunungapian, gempa (az-Zalzalah/99: 1–6), banjir atau meluapnya laut (al-Infiṭār/82: 3), hujan meteor (al-Infiṭār/82: 2), dan sebagainya. Peristiwa-peristiwa tersebut yang menyebabkan kepunahan makhluk hidup di muka bumi merupakan bagian dari sejarah bumi, dan tentunya merupakan bagian dari kehendak Allah yang pasti terjadi.

Salah satu hal yang menarik adalah bahwa Al-Qur'an tidak pernah atau sedikit sekali menyinggung adanya jenis makhluk hidup lain di muka bumi—selain makhluk gaib seperti malaikat, jin, dan iblis—yang berbeda dari apa yang kita jumpai sekarang. Jauh sebelum zaman kehidupan manusia banyak makhluk pernah hidup, berbeda dengan makhluk masa kini, dan hidup secara bergantian dalam jangka waktu yang lebih lama pula. Bukti-bukti adanya kehidupan tersebut sangat banyak dijumpai dalam bentuk fosil-fosil yang tersebar di berbagai belahan dunia. Tulang belulang hewan dan sisa bagian tumbuhan yang terawetkan seakan bercerita kepada kita bahwa bumi ini pernah dihuni oleh tumbuhan dan hewan purba berukuran raksasa yang sudah tidak ada lagi di masa kini, di antaranya berupa kadal-kadal, dinosaurus, macan bertaring panjang, dan sebagainya. Demikian pula tebaran fosil-fosil hewan berukuran kecil, seperti bakteri, plankton, benangsari, spora, dan sebagainya, yang terawetkan dalam lumpur yang membatu, memberikan gambaran tentang pemandangan di permukaan bumi purba yang amat berbeda. Peninggalan-peninggalan masa lampau tersebut menjadi bukti bahwa makhluk-makhluk yang telah punah tersebut pernah hidup di muka bumi. Jejak-jejak masa lalu pun memperlihatkan pula kondisi masa lalu permukaan bumi, misalnya bahwa sebagian besar permukaan bumi ini pernah terendam air, atau sebagian besar permukaan daratan pernah ditutupi pohon jenis paku-pakuan raksasa.

Allah menyampaikan pesan-pesannya kepada manusia tidak hanya melalui wahyu yang tertulis di dalam kitab-kitab sucinya, tetapi juga melalui bukti-bukti di alam semesta. Bagi orang

beriman sisa-sisa makhluk purba yang tersimpan di dalam batuan adalah bukti kekuasaan Allah yang pernah terjadi di masa lalu. Allah berfirman,

سَنُرِيْهِمْ اٰيٰتِنَا فِى الْاٰفَاقِ وَفِيْٓ اَنْفُسِهِمْ حَتّٰى يَتَبَيَّنَ لَهُمْ اَنَّهُ الْحَقُّۗ اَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ اَنَّهٗ عَلٰى كُلِّ شَيْءٍ شَهِيْدٌ ۝٥٣

Kami akan memperlihatkan kepada mereka tanda-tanda (kebesaran) Kami di segenap penjuru dan pada diri mereka sendiri, sehingga jelaslah bagi mereka bahwa Al-Qur'an itu adalah benar. Tidak cukupkah (bagi kamu) bahwa Tuhanmu menjadi saksi atas segala sesuatu? (Fuṣṣilat/41: 53)

Buku ini antara lain akan membahas bagaimana Al-Qur'an berbicara mengenai kepunahan makhluk hidup; bagaimana makhluk-makhluk hidup muncul, tumbuh, dan berkembang di muka bumi, untuk kemudian Allah memusnahkannya kembali dan menggantinya dengan yang lebih baik. Buku ini juga menjelaskan manfaat yang dapat manusia peroleh dari adanya kehidupan makhluk terdahulu. Buku ini kemudian diakhiri dengan bahasan mengenai pelajaran dan hikmah yang bisa kita ambil dari peristiwa apa pun yang pernah terjadi. []

BAB II
KEMUNCULAN DAN KEPUNAHAN MAKHLUK HIDUP DI BUMI

Berdasarkan sisa-sisa peninggalan yang terawetkan dan tersimpan di dalam tanah dan batuan, proses kemunculan dan kepunahan makhluk-makhluk hidup di muka bumi sebelum terciptanya manusia dapat dirangkai dan diterangkan dari sudut pandang ilmu pengetahuan. Dari sisi besarnya kejadian, peristiwa kepunahan makhluk hidup purba merupakan kejadian alam biasa yang tidak berarti dibandingkan dengan kiamat. Walau demikian, akibat yang ditimbulkan serta lamanya proses kepunahan yang terjadi pada masa purba ternyata jauh lebih dahsyat daripada peristiwa pemusnahan yang telah menimpa umat-umat ingkar terdahulu yang diceritakan dalam Al-Qur'an.

Sejarah bumi direka pada mulanya berdasarkan susunan lapisan batuan beserta sisa-sisa peninggalan (fosil) makhluk purba yang terkandung di dalamnya. Demikian pula umur bumi yang diduga secara relatif berdasarkan susunan umur batuan yang juga didasarkan pada kandungan fosil-fosilnya menurut kaidah pelapisan batuan (stratigrafi). Umur batuan baru bisa ditetapkan secara lebih mutlak setelah dikembangkannya penarikhan radiometri berdasarkan perbandingan kandungan unsur-unsur radioaktif (lihat: tema penentuan umur geologi dalam tafsir ilmi *Waktu dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*). Pembagian waktu dalam sejarah bumi beserta umur masing-masing segmen waktu kemu-

dian dibakukan berdasarkan korelasi pelapisan-pelapisan batuan di seluruh dunia (Tabel 1).

Tabel berikut ini memperlihatkan empat masa perkembangan sejarah geologi, yang tiap-tiap masa masih terbagi lagi dalam beberapa masa geologis. Ada empat Eon, yaitu: (1) Hadean, mulai 4,5–4 miliar tahun yang lalu; (2) Archean, mulai 4–2,5 miliar tahun yang lalu; (3) Proterozoic, mulai 2,5–0,5 miliar tahun yang lalu; (4) Phanerozoic, mulai 500 juta tahun yang lalu sampai sekarang. Masing-masing Eon masih terbagi dalam tingkatan Era, Periode, dan Epoch.

EON	ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun dimulai (Juta tahun)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternay		Holocene	0.01
				Pleistocene	1.8
		Tertiary	Neogene	Pilocene	5.3
				Miocene	23.0
			Paleogene	Oligocene	33.0
				Eocene	55.0
				Paleocene	65.0
	Mesozoic	Cretaceous			146
		Jurassic			200
		Triassic			251
	Paleozoic	Permian			299
		Carboniferous	Pennsylvanian		318
			Mississippian		359
		Devonian			416
		Silurian			444
		Ordovician			488
		Cambrian			542
Proterozoic					2500
Archean					4000
Hachean					4560

Tabel 1
Umur dan pembagian waktu baku dalam sejarah bumi. (Diolah dari berbagai sumber)

Al-Qur'an menyinggung tentang empat masa sampai terbentuknya bumi sebagai berikut.

Dan Dia ciptakan padanya gunung-gunung yang kokoh di atasnya. Dan kemudian Dia berkahi, dan Dia tentukan makanan-makanan (bagi penghuni)nya dalam empat masa, memadai untuk (memenuhi kebutuhan) mereka yang memerlukannya. (Fuṣṣilat/41: 10)

Dalam ayat di atas jelas sekali Allah menyatakan bahwa Dia-lah yang telah menciptakan di bumi ini gunung-gunung yang kokoh, serta memberkatinya dengan kadar makanan selama "empat hari". Kata "hari" adalah terjemah dari kata *ayyām,* bentuk plural dari *yaum*. Kata *yaum* dalam arti sehari-hari dipakai untuk menunjukkan keadaan terangnya siang, dan diterjemahkan menjadi hari. Bentuk jamaknya, *ayyām*, dapat berarti beberapa hari dan dapat pula berarti waktu yang lama. Dilihat dari penggunaan kata *ayyām* pada ayat di atas, maka dengan pengertian tersebut jelas sekali bahwa kata *ayyam* menunjukkan sifat relatif waktu dengan memperbandingkan waktu manusia dengan waktu yang berlaku bagi gerak energi-materi alam semesta. Abdullah Yusuf Ali (1934) dalam *The Holy Qur'an: Text, Translation, and Commentary* menjelaskan bahwa kata *yaum* (bentuk tunggal dari *ayyām*) disetarakan dengan kata dalam bahasa Inggris *age* atau *eon.* Oleh Abū as-Su'ūd, ahli tafsir abad ke-16, kata *yaum* disetarakan dengan pengertian peristiwa atau *naubat*. Lebih tepat bila kata *yaum* diterjemahkan sebagai tahap, periode, atau masa. Jadi, kata *ayyām* pada ayat di atas tepat untuk diterjemahkan sebagai masa atau eon.

Periodisasi empat eon di atas dimulai dari sejak awal bumi terbentuk sampai dengan bumi siap dihuni, dengan iklim, sumber makanan, dan energi yang telah tersedia. Tampaknya periodisasi kepunahan, yang selalu diikuti dengan penyempurnaan, memang merupakan *grand scenario* Allah dalam mempersiapkan khalifah-Nya untuk dapat melaksanakan tugas-tugasnya di bumi, yaitu sebagai wakil Allah dalam memakmurkan bumi. Dalam Periode Quartenary mulailah bumi mempunyai iklim seperti sekarang ini, yaitu dengan kadar oksigen 20%–30% dan nitrogen 70%. Keanekaragaman hayati, baik flora, fauna, maupun mikroba, yang siap menjadi makanan, obat, dan transportasi manusia telah tersedia secara melimpah. Begitu pula energi fosil: minyak yang terbentuk dari fosil plankton, algae, mikroba,

dan makhluk-makhluk kecil air lainnya di Eon Proterozoic sekitar 2,5 miliar tahun yang lalu; dan batubara yang terbentuk dari fosil tumbuhan raksasa pada Periode Triassic dan Jurassic sekitar 250 juta tahun yang lalu, telah tersedia untuk manusia secara berlimpah.

Empat Eon yang dikenal dalam periodisasi sejarah geologis ini adalah tingkatan menuju kesempurnaan untuk suatu kehidupan manusia. Perubahan dari satu eon ke eon lain, yang di dalamnya terjadi pula perubahan era/periode/epoch ke era/periode/epoch yang lainnya, terjadi melalui mekanisme kepunahan. Ayat di atas dapat ditafsirkan untuk menunjuk ke peristiwa kepunahan yang menuju ke kesempurnaan ini.

Dalam Surah al-Ḥijr/15: 20 Allah menjelaskan bahwa seluruh keperluan hidup manusia di muka bumi ini: makanan, obat-obatan, energi, iklim, semuanya diciptakan oleh Allah, bukan ciptaan manusia. Mekanismenya dapat kita lihat pada periodisasi sejarah geologis ini.

وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيْهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَّسْتُمْ لَهٗ بِرٰزِقِيْنَ ۝٢٠

Dan Kami telah menjadikan padanya sumber-sumber kehidupan untuk keperluanmu, dan (Kami ciptakan pula) makhluk-makhluk yang bukan kamu pemberi rezekinya. (al-Ḥijr/15: 20)

A. KEMUNCULAN DAN PERKEMBANGAN MAKHLUK HIDUP DI BUMI

Beberapa ayat berikut berbicara tentang proses pemisahan langit dan bumi, bagaimana Allah menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air, meluaskan langit, menghamparkan bumi, memancangkan di atasnya gunung-gunung, menurunkan hujan sehingga tanam-tanaman dapat tumbuh, menebarkan di atasnya beragam makhluk melata, dan mengelurkan sesuatu yang hidup dari sesuatu yang mati, dan sebaliknya.

اَوَلَمْ يَرَ الَّذِيْنَ كَفَرُوْٓا اَنَّ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنٰهُمَاۗ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاۤءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّۗ اَفَلَا يُؤْمِنُوْنَ ۝٣٠

Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulunya menyatu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya; dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air; maka mengapa mereka tidak beriman? (al-Anbiyā'/21: 30)

وَالسَّمَاۤءَ بَنَيْنٰهَا بِاَيْىدٍ وَّاِنَّا لَمُوْسِعُوْنَ ۝٤٧

Dan langit Kami bangun dengan kekuasaan (Kami), dan Kami benar-benar meluaskannya. (aż-Żāriyāt/51: 47)

وَالْاَرْضَ مَدَدْنٰهَا وَاَلْقَيْنَا فِيْهَا رَوَاسِيَ وَاَنْۢبَتْنَا فِيْهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍۢ بَهِيْجٍۙ ۝٧

Dan bumi yang Kami hamparkan dan Kami pancangkan di atasnya gunung-gunung yang kokoh dan Kami tumbuhkan di atasnya tanam-tanaman yang indah. (Qāf/50: 7)

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ الَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَآ أَنْزَلَ اللّٰهُ مِنَ السَّمَآءِ مِنْ مَّآءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَآبَّةٍ وَّتَصْرِيفِ الرِّيٰحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَآءِ وَالْأَرْضِ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan di dalamnya bermacam-macam binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti. (al-Baqarah/2: 164)

يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَيُحْيِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۗ وَكَذٰلِكَ تُخْرَجُونَ ﴿١٩﴾

Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup dan menghidupkan bumi setelah mati (kering). Dan seperti itulah kamu akan dikeluarkan (dari kubur). (ar-Rūm/30: 19)

Dalam ilmu pengetahuan, sejarah bumi diawali ketika permukaan bumi mulai membeku. Proses pembekuan material panas bahan bumi di permukaan membentuk suatu kerak padat yang sebagian di antaranya kemudian dikenal sebagai batuan. Peristiwa ini terjadi kira-kira 4,5 miliar tahun yang lalu. Proses pembekuan ini berlangsung lama, kira-kira 600 juta tahun. Pada waktu yang bersamaan permukaan bumi terus-menerus dijatuhi benda-benda langit berupa meteorit, yang berbahan asal sama dengan asal bumi, yaitu debu dan gas kosmis yang terlontar dari matahari. Tumbukan-tumbukan ini dikenal pula dengan proses agregasi. Benda-benda yang bertabrakan ini di antaranya ada yang mencapai ukuran planet, kemudian bergabung menjadi bakal planet yang terus bertambah massanya karena benda-benda lebih kecil terus-menerus menumbuknya dan kemudian melebur menjadi satu. Adapun benda lainnya yang bergabung tetapi tidak mencapai ukuran planet membentuk asteroid.

Tumbukan benda-benda langit ini mencapai intensitas tertinggi pada akhir masa Hadean, pada episode yang menyisakan teka-teki berupa "kataklisme bulan" atau "bombardemen berat terakhir" yang menghasilkan massa yang terpisah dari bumi dalam bentuk bulan. Beberapa tumbukan menyebabkan pencairan kembali magma pada 4,2 miliar tahun yang lalu.

Penarikhan menunjukkan, sekitar 3,9 miliar tahun lalu tumbukan-tumbukan besar berakhir. Hadean adalah segmen tertua dari umur bumi yang dimulai pada 4,6 miliar ta-hun yang lalu, yang merupakan umur meteorit tertua dan diakhiri dengan umur batu tertua pada 3,9 juta tahun yang lalu (Gambar 3.1)

Hadean: 4,65 - 4 miliar tahun lalu

Gambar 2.1
Ilustrasi artis permukaan bumi pada Eon Hadean.
(Sumber: ionkorr.blogspot.com; the-sieve.com; palaeos.com)

Periode (*eon*) berikutnya pada 3,9 sampai dengan 2,5 miliar tahun yang lalu dikenal dengan Archaean adalah segmen waktu yang menandai meluasnya kerak bumi yang membeku (Gambar 3.2). Eon Archaean meliputi rentang masa yang mencapai sepertiga dari sejarah bumi. Jejak masa yang tertinggal dari periode sebelum ini, yang lebih tua dari 3,9 miliar tahun yang lalu, adalah kristal sangat keras mineral zircon yang terisolasi dan memberikan umur sampai 4,4 miliar tahun. Selama Archaean, yang menyusul periode Hadean, magma menerobos ke atas dan mengalir menutupi lahan yang te-

Gambar 2.2
Ilustrasi artis tentang permukaan bumi pada Eon Archaean. (Sumber: The Natural History Museum London/bbc.co.uk; arcadiastreet.com; palaeos.com/Walter Myers)

lah rusak oleh tumbukan-tumbukan selama akhir Hadean. Batuan yang berumur Archaean umumnya ditemukan dalam bentuk lava bantal, yang biasanya terbentuk dari lelehan lava basal di dasar samudra. Daratan mulai terbentuk pada pertengahan-akhir Archaean ini. Ketika dasar batuan mulai memadat, lava basal menerobos ke atas dan menghampar di atasnya, membentuk endapan batuan hijau (*greenstones*), yang berwarna hijau karena kaya akan besi. Kejadian-kejadian yang menandai masa Archean ini adalah: (1) Vulkanisme katastrofik secara berangsur-angsur melambat; (2) Terjadi permukaan yang berlereng-lereng; dan (3) Proses erosi dan sedimentasi yang intens. Selama dan setelah terjadinya pengendapan, *greenstone* diterobos oleh kubah-kubah batolit granitik raksasa, berukuran selebar 100 kilometer. Kubah ini menembus *greenstones* yang masih lunak. Sebagian besar lempeng granitik daratan atau kraton (*craton*) masih terkubur sampai akhirnya muncul karena lapisan atasnya tererosi, umumnya pada akhir Proterozoik dan bahkan pada masa lebih akhir lagi.

Temperatur air laut pada Archaean relatif panas, sekitar atau melebihi 60 °C. Kecuali untuk bakteri yang menyukai temperatur tinggi, organisme tidak dapat hidup pada masa ini. Laut mendingin dan mengandung cukup oksigen serta menyediakan cukup nutrisi bagi kehidupan tercipta selama Proterozoik, Eon setelah Archaean (Gambar 3.3). Pada tahap ini, satu-satunya tanda adanya kehidupan adalah stromatolit, lapisan menyerupai tikar pada lumpur dasar laut yang terbentuk oleh mikroba. Bukti ini memperlihatkan bahwa kehidupan memang berasal dari lautan dimana terdapat air sebagai prasyarat kehidupan.

Surah al-Anbiyā'/21: 30 menyatakan, air merupakan asal kehidupan dan penting bagi adanya kehidupan. Ilmu pengetahuan membuktikan kebenaran pernyataan ini. Penemuan-penemuan menunjukkan bahwa kehidupan di bumi dimulai di lingkungan perairan, setelah sebelumnya dalam kurun yang lama bumi yang telah terbentuk pada awal kejadiannya hanya terdiri dari benda-benda mati, kosong dari kehidupan. Yang belum terungkap adalah bagaimana sebenarnya detail mekanisme penciptaan kehidupan tersebut dan berapa lama waktunya.

... وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاۤءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّۗ ... ﴿٣٠﴾

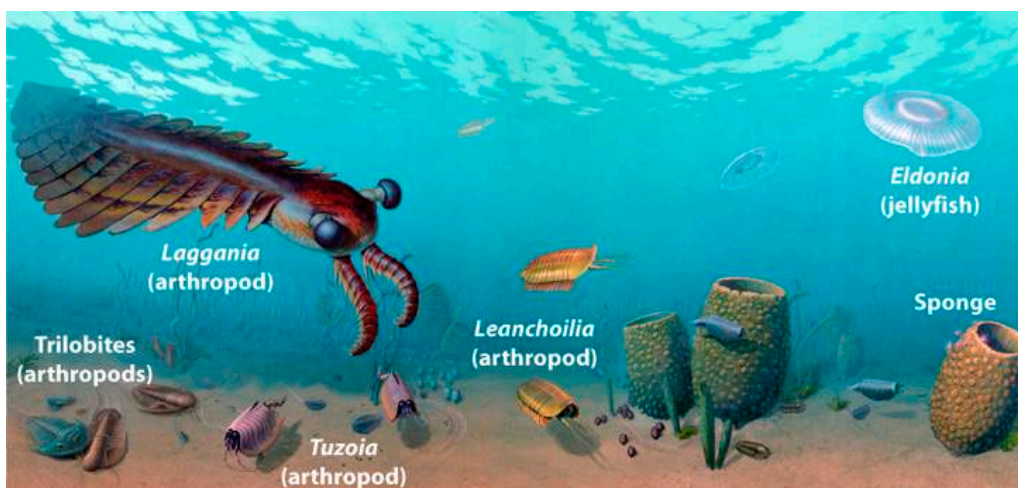
... dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air... (al-Anbiyā'/21: 30)

Ketika lautan mengandung lebih banyak oksigen, stromatolit semakin

Gambar 2.3
Permukaan bumi pada Eon Proterozoic: awal terdapatnya kehidupan.
(Sumber: corzainteractive.com; palaeos.com; ocean.si.edu)

banyak tumbuh pada kolom air dengan jenis yang beragam. Plankton dan mikroplankton mulai pula memenuhi kolom air. Kemudian pada masa paling akhir Proterozoic, cacing mulai tampak menembusi sedimen, meninggalkan lubang-lubang yang melengkung. Kolonisasi besar-besaran bumi oleh makhluk hidup baru terjadi pada Cambrian, periode pertama dari Eon berikutnya dan sekaligus Eon terakhir: Phanerozoic. Pada waktu itu terjadi "ledakan" keragaman jenis hewan, antara lain dengan terbentuknya hewan-hewan bercangkang keras sejenis kepiting dan kalajengking (Gambar 3.4).

Sampai masa itu perkembangan kehidupan masih terbatas di lautan, sedang daratan tetap terbuka dan kosong dari penghuni berupa makhluk hidup. Kehidupan di darat baru muncul setelah periode ini, yang kemudian berkembang pesat dalam jumlah dan jenisnya untuk tumbuhan maupun hewan. Dalam menerangkan "ledakan kehidupan Cambrian" para paleontologis membicarakan Revolusi Substrat Cambrian, ketika dasar laut yang terbuka beralih menjadi ruang untuk kehidupan bagi hampir semua jenis organisme penghuni dasar laut. Prosesnya lebih tampak seperti kolonisasi daripada evolusi. Tidak jelas dari mana datangnya, tiba-tiba cacing, moluska, *sponges*, *trilobites*, dan udang mengambil keuntungan dari pertumbuhan binatang-binatang laut yang hidup kemudian dari rantai makanan dengan bertambahnya jumlah bahan organik dari ganggang, cyanobakteri, dan phytoplankton yang diproses oleh zooplankton, mengendap di dasar laut dan mengundang mikroba lainnya serta hewan pemakannya.

Peralihan makhluk hidup dari laut ke darat dimulai pada periode Silur. Makhluk pertama yang mampu hidup di dua alam, di laut maupun di daratan,

Gambar 2.4
Ilustrasi kehidupan pada periode Cambrian.
(Sumber: bbc.co.uk; visualphotos.com; arcadiastreet.com; lifebefore-dinosaurus.com; lopez-sosa-enb150.blogspot.com; lopez-sosa-enb150.blogspot.com; phleschbubble.com)

adalah sejenis kepiting yang dinamai *eurypterid*. Fosil memperlihatkan bahwa mereka hidup pada lingkungan laut dangkal, seperti zona pasang surut air laut. Bentuk hewan ini seperti kalajengking, walaupun tidak ada hubungan antara keduanya. Beberapa di antaranya memiliki panjang lebih dari dua meter. *Eurypterid* paling tua dijumpai dari zaman awal Cambrian, pada batu lempung di Cekoslovakia, yang merupakan bagian dari ledakan spesies Cambrian. Mereka musnah pada periode Perm. Binatang berbuku lainnya yang bersifat amfibi pada zaman ini adalah sejenis kepiting, dan tampaknya bukan leluhur binatang lain mana pun. Dari jenis binatang ini, kepiting ladam kuda (*horseshoe crabs*) masih dijumpai hingga kini. Kemunculan pertamanya terekam pada periode Ordovician (Gambar 3.5). Binatang darat murni yang terdapat selanjutnya adalah binatang berbuku berkaki banyak, seperti kelabang dan kaki seribu, yang kemudian diikuti oleh serangga.

Gambar 2.5
Binatang pertama yang naik ke darat: (1) Eurypterid dan (2) kepiting ladam kuda. (Sumber: earthhistory.org.uk)

Pada dunia tumbuhan, awal kehidupan hewan bersel tunggal, semisal bakteri, dijumpai sejak Archaean di perairan. Di daratan, proses kolonisasi batuan telanjang oleh tumbuhan pada awal mula kejadian tidak jauh berbeda dengan proses pada pulau batuan vulkanik, breksi, atau lava, yang baru dierupsikan pada masa kini. Umumnya koloni yang pertama dijumpai adalah bakteri, kemudian lumut dan jamur, disusul oleh rerumputan dan semak belukar, dan pada akhirnya pepohonan. Spora adalah sarana reproduksi bakteri, jamur, dan ganggang serta beberapa jenis tumbuhan yang lebih tinggi, seperti lumut dan paku-pakuan. Spora memiliki dinding yang kuat, sehingga jumlahnya melimpah dan mudah ditemukan di dalam sedimen. Spora lumut diketahui berada sejak Ordovician, dan diduga telah ada semenjak Cambrian. Fosil spora dan filamen jamur tertua dijumpai pada perioda Ordovician.

Tumbuhan memiliki kemampuan fotosintesis pada lingkungan udara terbuka, yang tentunya menyangkut proses-proses absorpsi karbondioksida dan pelepasan oksigen pada pori-pori, sehingga melibatkan sejumlah besar air yang menguap selama proses. Metabolisme seperti ini jelas telah memerlukan jaringan vaskular untuk mengambil air dari dalam tanah. Keperluan tumbuhan untuk memiliki berbagai jaringan ini meningkat seiring berkurangnya konsentrasi CO_2 di udara. Kemunculan tanaman yang memiliki sistem jaringan terjadi pada akhir Ordovician, sedangkan tanaman yang memiliki sistem vaskular komplet yang terdiri dari *xylem* dan *phloem* mulai tampak pada periode Silur.

Keberadaan komunitas tumbuhan tertentu selalu diikuti oleh datangnya komunitas hewan tertentu pula. Tumbuhan berspora, misalnya, mengundang datangnya serangga yang kemudian diikuti oleh laba-laba pemangsa serangga. Hewan-hewan berbuku seperti kaki seribu, kelabang, serangga, dan laba-laba tidak berasal dari hewan laut, tetapi murni berkembang dari hewan bercangkang yang telah hidup di darat, setelah tumbuhan menyebar di daratan. Seperti halnya tumbuhan rendah, hewan-hewan rendah ini menyebar di permukaan daratan dengan perantaraan embusan angin.

وَاللّٰهُ خَلَقَ كُلَّ دَاۤبَّةٍ مِّنْ مَّاۤءٍۚ فَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰى بَطْنِهٖۚ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰى رِجْلَيْنِۚ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰٓى اَرْبَعٍۗ يَخْلُقُ اللّٰهُ مَا يَشَاۤءُۗ اِنَّ اللّٰهَ عَلٰى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيْرٌ ﴿٤٥﴾

Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan

dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah Mahakuasa atas segala sesuatu. (an-Nūr/24: 45)

Tidak sama dengan hewan rendah pada umumnya, hewan darat yang lebih tinggi, yaitu hewan-hewan bertulang belakang, mengawali perkembangannya di laut. Dari laut, yang merupakan tempat awal timbulnya kehidupan, makhluk hidup menyebar ke daratan melalui berbagai mekanisme. Pada umumnya hewan dan tumbuhan menyesuaikan dahulu dengan lingkungan perairan dangkal untuk kemudian bergeser ke wilayah pasang surut air laut, untuk kemudian beralih ke daratan. Di samping cara peralihan dan perkembangan hewan bercangkang, yang terjadi pada periode Silur (420 juta tahun yang lalu), paling tidak dua jenis proses peralihan ke darat telah pula berlangsung pada hewan bertulang belakang. Peralihan pertama adalah penyesuaian ikan-ikan yang hidup di laut untuk bisa hidup pada lingkungan air yang tawar, untuk kemudian beralih menjadi ikan-ikan dan hewan air lainnya yang hidup di sungai-sungai, danau, rawa, dan perairan tawar lainnya. Peralihan ini terjadi pada periode Devon awal atau pada lebih kurang 400 juta tahun yang lalu. Peralihan kedua adalah peralihan yang disertai perubahan organ-organ tubuhnya. Ikan ini berubah menjadi hewan perairan dangkal, amfibi, dan kemudian menjadi hewan darat. Peralihan ini terjadi pada akhir periode Devon (Gambar 3.6).

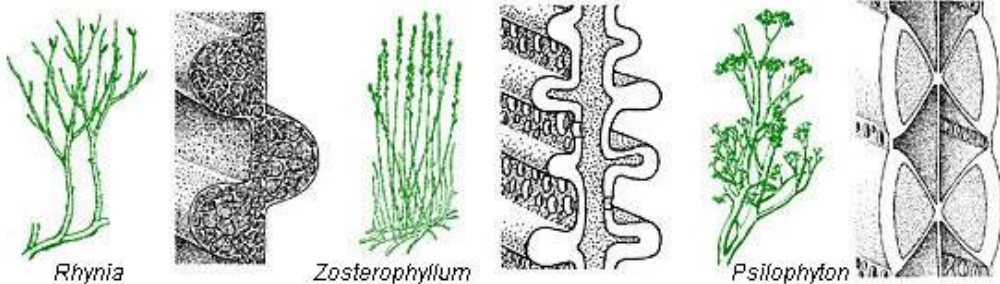
Perubahan penting pertama pada ikan untuk beralih ke darat adalah memiliki paru-paru. Kombinasi antara insang dan paru-paru tampaknya merupakan tahap peralihan penting. Meski demikian, sebagian besar ikan berparu-paru yang pernah ada sepanjang sejarah evolusi ikan mengalami kepunahan. Hal ini menjadikan kesimpulan bahwa ikan berparu-paru berevolusi langsung menjadi hewan darat terbantahkan. Pada

Gambar 2.6
Migrasi ke darat hewan bertulang belakang pada periode Devon. (Sumber: Scientific American)

saat ini dijumpai paling tidak tiga jenis ikan berparu-paru (*lungfish*) di dunia, yakni di Afrika, Amerika Selatan, dan Aus-tralia. Mereka hidup di berbagai habitat, seperti danau, sungai, dan rawa. Alat pernafasan mereka pun berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan.

Perubahan penting lainnya pada ikan adalah perubahan sirip menjadi kaki/lengan, meskipun masih tetap berfungsi sebagai alat untuk berenang daripada untuk berjalan. "Kaki-kaki" ikan sebagai alat untuk bergerak pada permukaan yang lebih keras, baik di permukaan dasar perairan maupun daratan, baru berfungsi pada jenis-jenis hewan perairan dangkal atau amfibi. Ikan jenis ini yang kemudian dipercaya sebagai nenek moyang hewan berkaki empat yang kemudian secara berangsur pindah ke darat dan menggunakan kakinya untuk berjalan sambil menyesuaikan alat pernafasannya.

Periode Devon dicirikan pula dengan pesatnya perkembangan jenis tumbuhan di daratan, sebagai tambahan atas jenis-jenis lumut dan tanaman rawa yang telah ada sejak zaman sebelumnya. Pada zaman itu jenis tanaman dengan jaringan-jaringan yang kompleks muncul dan berkembang berupa tanaman-tanaman rendah tidak berkayu, atau semacam rerumputan dan semak-semak purba, yang sebagian besar sudah tidak dijumpai lagi pada saat ini (Gambar 3.7). Fosil hutan tertua berasal dari formasi

Gambar 2.7
Tiga type awal jaringan tumbuhan vascular (berongga pipa). (Sumber: earthhistory.org.uk)

Tipe organisme	Kenampakan perdana
Lumut	Cambro-ordovician
Jamur	Ordovician
Tumbuhan berdaun rendah	Akhir Silur
Semak Belukar	Awal-Pertengahan Devon
Pohon/Hutan	Pertengahan - Akhir Devon

Tabel 2
Perkembangan tumbuhan di daratan berdasarkan rekaman fosil

Gilboa di negara bagian New York, Amerika Serikat, tertarikh dari akhir pertengahan Devon (lebih kurang 400 juta tahun yang lalu).

Pohon yang paling awal adalah *progymnosperm*, muncul pada pertengahan Devon dan punah pada awal periode Kapur (Cretaceous: lebih kurang 100 juta tahun). Pohon ini telah memiliki kambium yang memungkinkannya memproduksi kayu (*xylem* sekunder) yang tumbuh ke luar dan ke atas batang seperti yang dijumpai pada pohon saat ini. Pohon jenis paku-pakuan atau pakis mulai berkembang pada zaman ini pula dan sebagian masih dapat dijumpai sampai saat ini. Tanaman berbiji mulai tampak pada zaman ini pula, utamanya tanaman yang berbiji telanjang atau dikenal dengan *angiospermae*. Adapun fosil pohon dengan biji tertutup atau buah-buahan, atau pohon berbunga, berumur tidak lebih tua dari zaman Kapur.

Urutan bagaimana tumbuhan di daratan berkembang, berdasarkan rekaman fosil (Tabel 2), pada dasarnya adalah sebuah proses suksesi ekologis, yang menggambarkan bahwa sedikit demi sedikit tumbuhan berkembang dan beralih menjadi semakin lebih besar dan lebih kompleks (Gambar 3.8 dan 3.9 pada halaman selanjutnya).

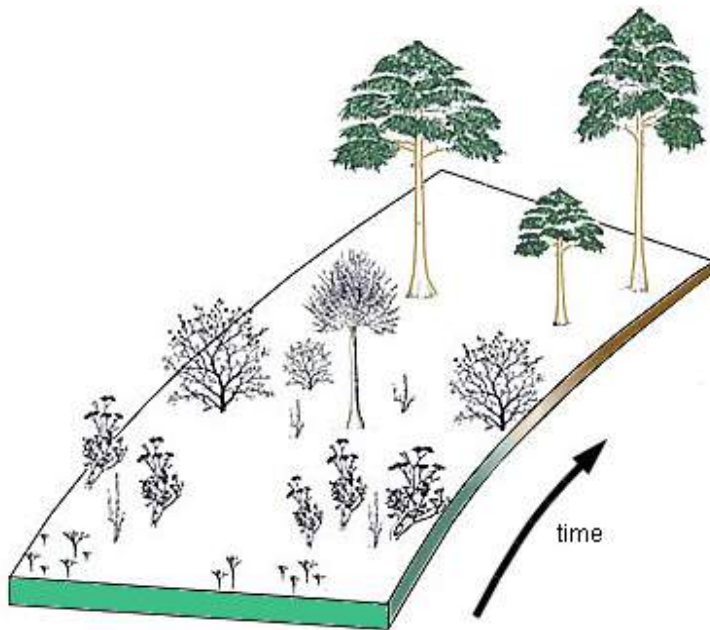
Perkembangan keragaman tumbuhan mencerminkan pula penambahan kemampuan habitat untuk satwa. Sejalan dengan proses-proses fisik di sekitar bumi seperti pengurangan radiasi dan radioaktivitas, dan melambatnya proses-proses geologi seperti perubahan susunan atmosfer, perubahan muka laut, vulkanisme, dan aktivitas tektonik menyebabkan permukaan bumi lebih stabil sehingga tumbuhan dan hewan bisa lebih leluasa berkembang secara jumlah, ukuran, dan keragaman. Penyebaran dan perkembangan tumbuh-tumbuhan di daratan menyebabkan terbentuknya ekosistem-ekosistem baru di permukaan bumi yang diikuti oleh perkembangan dan penyebaran hewan.

وَهُوَ الَّذِيْٓ اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءًۚ فَاَخْرَجْنَا بِهٖ
نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَاَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ

Gambar 2.8
Ilustrasi tegakan vegetasi periode Karbon (atas), pohon yang memfosil (kanan) dan batubara hasil bentukannya (kanan bawah). (Sumber: forces.si.edu)

حَبًّا مُّتَرَاكِبًاۚ وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَّجَنّٰتٍ مِّنْ اَعْنَابٍ وَّالزَّيْتُوْنَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَّغَيْرَ مُتَشَابِهٍۗ اُنْظُرُوْٓا اِلٰى ثَمَرِهٖٓ اِذَآ اَثْمَرَ وَيَنْعِهٖۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكُمْ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يُّؤْمِنُوْنَ ٩٩

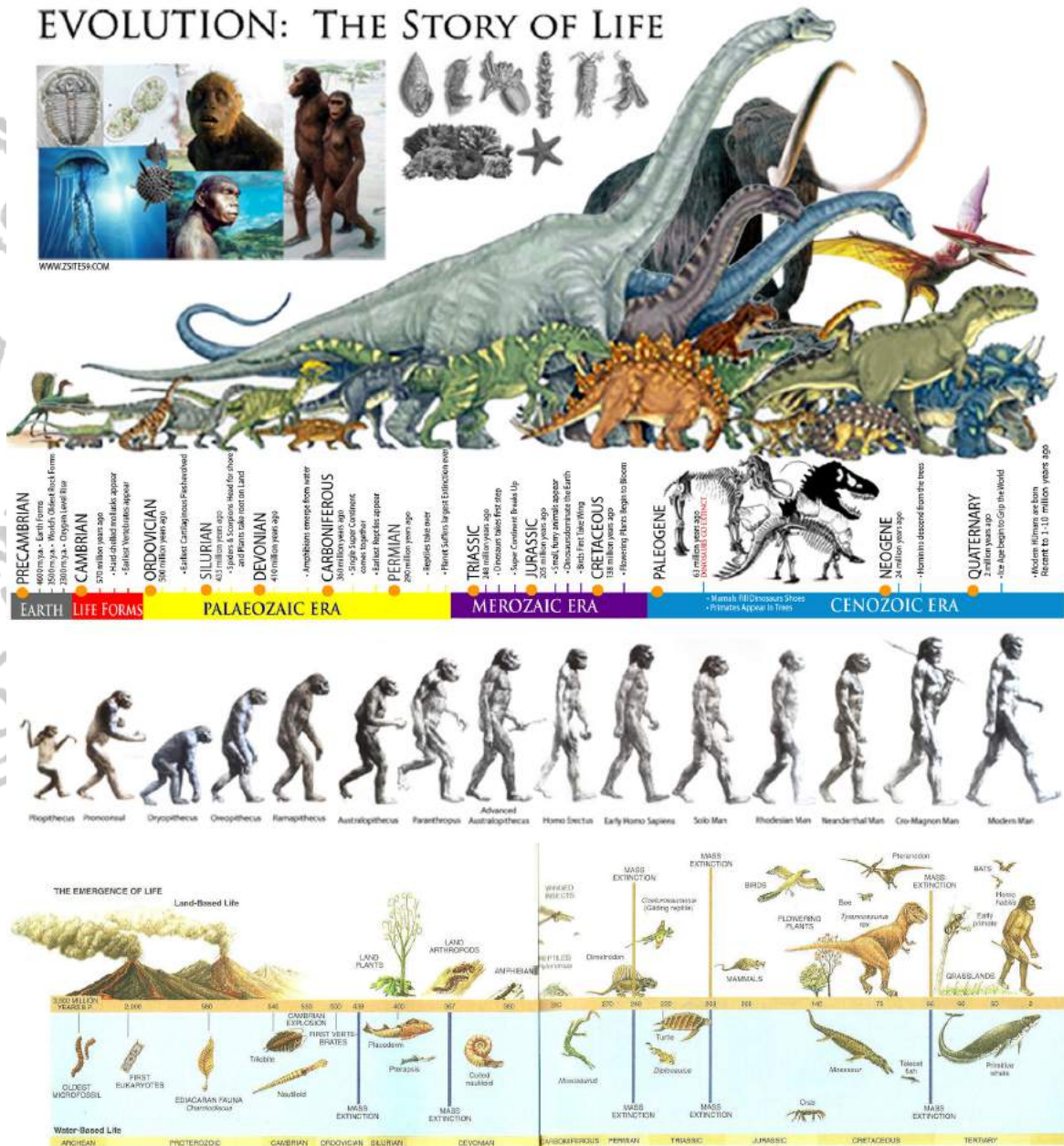
Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (al-An‘ām/6: 99)

Perkembangan dan penyebaran tumbuhan di daratan menyebabkan meluasnya ekosistem baru yang juga

Gambar 2.9
Proses suksesi tumbuhan di daratan.
(Sumber: earthhistory.org.uk)

membuka ruang bagi perkembangan dan penyebaran hewan daratan dengan penyebaran ketersediaan makanan. Meski jangka waktunya tidak terlalu panjang dibandingkan dengan umur bumi secara keseluruhan, fosil hewan-hewan daratan memberi sumbangan yang amat berarti terhadap penyusunan sejarah bumi. Peninggalan alam ini banyak tersebar serta amat beragam di berbagai belahan dunia, dan terutama karena ukuran makhluk purba yang besar serta bentuknya yang relatif aneh dibandingkan dengan hewan yang dijumpai pada zaman ini, sehingga meninggalkan kesan yang begitu kuat terhadap imaginasi manusia. Bentuk serta penyebaran fosil-fosil ini dalam tatanan ruang dan waktu telah menginspirasi lahirnya teori evolusi hewan dan tumbuhan yang, terlepas dari adanya penganut dan penentang, terus berubah dan berkembang pula pemahamannya sejalan dengan semakin banyaknya temuan baru dan berkembangnya ilmu pengetahuan.

Meski masih banyak pertanyaan penting dalam teori biologi yang belum terjawab, fakta-fakta yang ditemukan menyulitkan para ilmuwan untuk benar-benar mengabaikan teori evolusi. Beberapa hal yang masih menjadi perdebatan terutama berkaitan dengan detail bagaimana sebenarnya mekanisme evolusi itu terjadi. Sementara berdasarkan fosil-fosil yang ditemukan, semakin muda umur sedimen, jenis tumbuhan maupun hewan yang ditemukan semakin kompleks dan sempurna, hingga pada akhirnya manusia muncul (Gambar 3.10).

Perkembangan yang penting pada masa awal penyebaran tumbuhan di daratan adalah ledakan jenis reptil yang berkembang dari amfibi pada zaman Karbon dan Perm. Sebagian dari jenis reptil ini kemudian ada yang kembali menyesuaikan diri untuk hi-

dup di laut dan perairan, misalnya jenis penyu. Kemudian sejak zaman Trias hingga zaman Kapur keragaman hewan digantikan oleh dominasi jenis dinosaurus yang terdiri dari ribuan spesies, yang meliputi jenis dinosaurus

Gambar 2.10

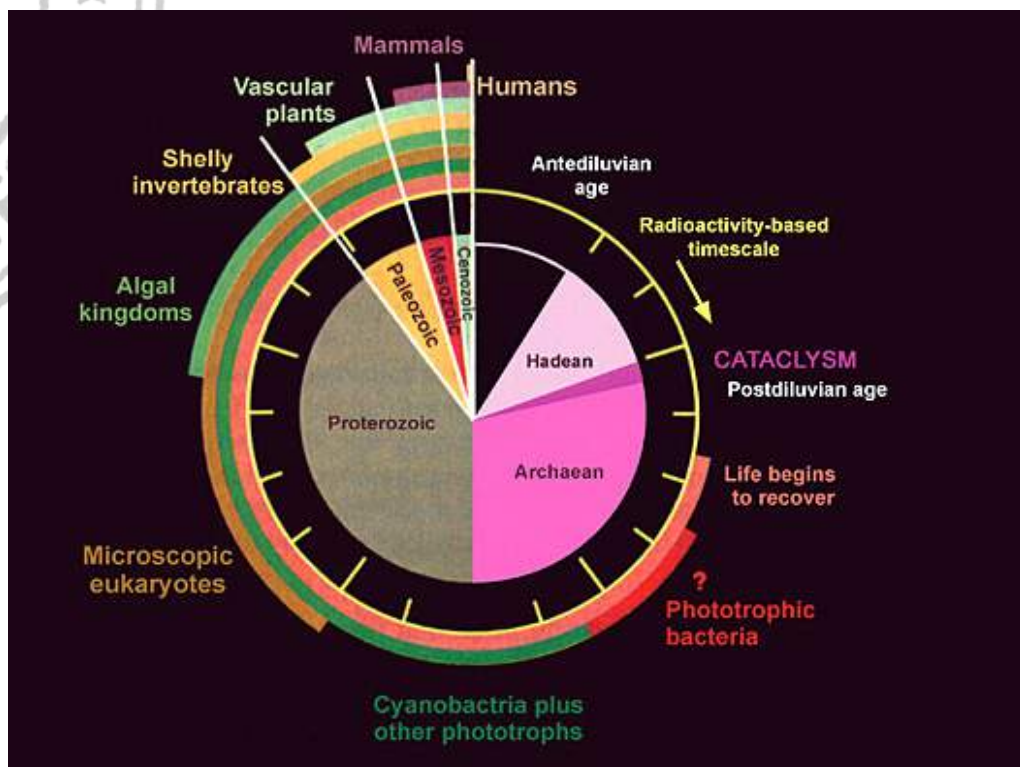
Urutan kemunculan tumbuhan dan berbagai jenis hewan sepanjang sejarah kehidupan di permukaan bumi.
(Sumber: earthhistory.org.uk)

Table 26.1 The Geologic Record

Relative Duration of Eons	Era	Period	Epoch	Age (Millions of Years Ago)	Some Important Events in the History of Life
Phanerozoic	Cenozoic	Neogene	Holocene		Historical time
				0.01	
			Pleistocene		Ice ages; humans appear
				1.8	
			Pliocene		Origin of genus *Homo*
				5.3	
			Miocene		Continued radiation of mammals and angiosperms; apelike ancestors of humans appear
				23	
		Paleogene	Oligocene		Origins of many primate groups, including apes
				33.9	
			Eocene		Angiosperm dominance increases; continued radiation of most modern mammalian orders
				55.8	
			Paleocene		Major radiation of mammals, birds, and pollinating insects
				65.5	
	Mesozoic	Cretaceous			Flowering plants (angiosperms) appear; many groups of organisms, including dinosaurs, become extinct at end of period (Cretaceous extinctions)
				145.5	
		Jurassic			Gymnosperms continue as dominant plants; dinosaurs abundant and diverse
				199.6	
		Triassic			Cone-bearing plants (gymnosperms) dominate landscape; radiation of dinosaurs; origin of mammal-like reptiles
				251	
	Paleozoic	Permian			Radiation of reptiles; origin of most present-day orders of insects; extinction of many marine and terrestrial organisms at end of period
				299	
		Carboniferous			Extensive forests of vascular plants; first seed plants; origin of reptiles; amphibians dominant
				359.2	
		Devonian			Diversification of bony fishes; first tetrapods and insects
				416	
		Silurian			Diversification of early vascular plants
				443.7	
		Ordovician			Marine algae abundant; colonization of land by plants and arthropods
				488.3	
		Cambrian			Sudden increase in diversity of many animal phyla (Cambrian explosion)
				542	
Proterozoic				600	Diverse algae and soft-bodied invertebrate animals
				2,200	Oldest fossils of eukaryotic cells
				2,500	
Archaean				2,700	Concentration of atmospheric oxygen begins to increase
				3,500	Oldest fossils of cells (prokaryotes)
				3,800	Oldest known rocks on Earth's surface
				Approx. 4,600	Origin of Earth

Gambar 2.11
Peristiwa-peristiwa penting dalam sejarah bumi.
(Sumber: creationwiki.org)

yang hidup di dalam air dan jenis yang terbang. Salah satu jenis dinosaurus yang tersisa sampai saat ini adalah (ternyata) jenis unggas. Pada zaman-zaman berikutnya, Cenozoic/Paleosen, binatang menyusui muncul dan terus-menerus mengalami penyempurnaan bentuk hingga menjadi hewan-hewan menyusui seperti yang kita jumpai pada saat ini. Di antara binatang menyusui ini ada pula yang beradaptasi untuk hidup di laut seperti jenis lumba-lumba dan paus.

Rangkaian dari kemunculan dan pergantian jenis-jenis makhluk hidup di muka bumi ini diakhiri dengan munculnya makhluk yang paling sempurna, yaitu manusia. Kemunculan manusia (*Homo sapiens*) di muka bumi, apabila dibandingkan dengan umur bumi menurut hasil penarikhan saat ini, baru sebentar saja (Gambar 3.11 dan 3.12). Jejak menyerupai jejak kaki manusia (Homo) tertua dijumpai pada sedimen berumur 3,66 juta tahun, sedangkan tengkorak hominid tertua yang ditemukan ber-umur 2,5 juta tahun. Adapun homo sapiens diperkirakan baru ada di muka bumi pada 200.000 tahun yang lalu (antara 250.000–30.000 tahun yang lalu [Smithsonian Institute, 2012]) dan kebudayaan tertua (Sungai Indus,

Gambar 2.12
Masa waktu kemunculan dan keberadaan kehidupan di permukaan bumi. (Sumber: earthhistory.org.uk)

Mesir, dan Cina) baru berumur sekitar 3.000 tahun.

Dilihat dari sistem fisiknya, manusia memang merupakan makhluk yang paling sempurna dibandingkan makhluk lainnya. Apabila proses pembentukan makhluk hidup ini harus melalui perubahan-perubahan yang berangsur untuk menuju kesempurnaan, maka manusia memang seharusnya muncul paling akhir. Mari kita perhatikan ayat-ayat berikut.

لَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ فِيْٓ اَحْسَنِ تَقْوِيْمٍ ۖ ﴿٤﴾

Sungguh, Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya. (at Tīn/ 95: 4)

وَقَدْ خَلَقَكُمْ اَطْوَارًا ﴿١٤﴾

Dan sungguh, Dia telah menciptakan kamu dalam beberapa tingkatan (kejadian). (Nūḥ/ 71: 14)

يٰٓاَيُّهَا الْاِنْسَانُ مَا غَرَّكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيْمِۙ ﴿٦﴾ الَّذِيْ خَلَقَكَ فَسَوّٰىكَ فَعَدَلَكَۙ ﴿٧﴾ فِيْٓ اَيِّ صُوْرَةٍ مَّا شَاۤءَ رَكَّبَكَۗ ﴿٨﴾

Wahai manusia! Apakah yang telah memperdayakan kamu (berbuat durhaka) terhadap Tuhanmu Yang Mahamulia, yang telah menciptakanmu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang, dalam bentuk apa saja yang dikehendaki, Dia menyusun tubuhmu. (al-Infiṭār/ 82: 6–8)

B. KEPUNAHAN MAKHLUK HIDUP SEPANJANG SEJARAH BUMI

قَدْ عَلِمْنَا مَا تَنْقُصُ الْاَرْضُ مِنْهُمْ ۚ وَعِنْدَنَا كِتٰبٌ حَفِيْظٌ ﴿٤﴾

Sungguh, Kami telah mengetahui apa yang ditelan bumi dari (tubuh) mereka, sebab pada Kami ada kitab (catatan) yang terpelihara baik. (Qāf/50: 4)

Kepunahan massal adalah periode pada sejarah bumi ketika sejumlah besar spesies makhluk hidup musnah secara bersamaan. Kepunahan dianggap suatu kepunahan massal bila lebih dari 50% spesies makhluk hidup yang ada musnah. Beberapa kepunahan yang lebih kecil sering pula terjadi, termasuk kepunahan beberapa spesies akibat campur tangan manusia baik pada zaman prasejarah maupun modern. Kepunahan massal yang dianggap besar selama umur bumi pernah terjadi lima kali. Kelimanya adalah sebagai berikut.

Kepunahan kehidupan masal yang pertama terjadi pada periode Cambria-Ordovicia (Gambar 3.13). Kepunahan terjadi dalam dua puncak masa pemusnahan yang dipisahkan oleh ratusan ribu tahun periode jeda. Pada periode Ordovicia-Silur ini kebanyakan kehidupan berada di lingkungan laut sehingga spesies-spesies yang punah meliputi organisme laut. Lebih dari 60%

Waktu: 488 Juta Tahun Lalu (antara periode Cambrian dan periode Ordovisian)				
ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun Dimulai (Juta Tahun)
Paleozoic	Permian			299
	Carboniferous	Pennsylvanian		318
		Mississippian		359
	Devonian			416
	Silurian			444
	Ordovician		488	488
	Cambrian			542
Penyebab: masa glasiasi yang panjang (40% punah)				

Gambar 2.13

Kepunahan makhluk hidup pertama, peralihan Cambria-Ordovicia. (Diolah dari berbagai sumber)

In the image above, trilobites (1) live among many species that are not normally preserved. A typical Cambrian outcrop might produce only trilobites, brachiopods (2), mollusks (3), and crinoids (4). That is a tiny fraction of the full Cambrian biota, better represented by the roster of the Burgess Shale Cambrian Konservat-Lagerstatten. That community includes sponges Vauxia (5), Hazelia (6), and Eifellia (7); brachipods Nisusia (2); priapulid worms Ottoia (8); trilobites Olenoides (1); other arthropods such as Sidneyia (9), Leanchoilia (10), Marella (11), Canadaspis (12), Helmetia (13), Burgessia (14), Tegopelte (15), Naraoia (16), Waptia (17), Sanctacaris (18), and Odaraia (19); lobopods Hallucigenia (20) and Aysheaia (21); mollusks Scenella (3); echinoderms Echmatocrinus (4); and chordates Pikaia (22); among other oddities, including Haplophrentis (23), Opabinia (24), Dinomischus (25), Wiwaxia (26), Amiskwia (27), and Anomalocaris (28)

invertebrata laut punah, termasuk dua per tiga brachiopoda dan famili brachiopoda. Hewan-hewan yang paling terpengaruh pada peristiwa ini adalah *brachiopods, bivalves*, *echinoderms*, *bryozoans,* dan hewan terumbu karang. Penyebab langsung yang tampak adalah pergerakan Gondwana menuju daerah kutub selatan yang menyebabkan pendinginan global, glasiasi, dan akibat-akibat penurunan muka laut. Penurunan muka laut menyebabkan gangguan bahkan menghilangnya ekosistem laut dangkal pada landas kontinen. Bukti-bukti glasiasi ditemukan pada endapan di gurun Sahara. Iklim permukaan bumi memang tidak tetap sepanjang sejarah bumi. Iklim global bumi berlangsung dari zaman es menuju tropis dan dari hutan berkabut menjadi gurun yang panas.

Pada akhir Devon, tiga per empat dari semua spesies di permukaan bumi mengalami kematian, meski itu terjadi dalam serangkaian pemusnahan dalam masa beberapa juta tahun, bukan dalam satu peristiwa tunggal. Kehidupan di laut dangkal menerima pengaruh yang paling buruk pada masa kepunahan ini. Karang laut merupakan bagian yang paling terpukul dan tidak pernah pulih kembali sampai terdapatnya jenis karang lain setelah lebih dari 100 juta tahun berselang. Secara keseluruhan, 19% dari seluruh *family* dan 50% dari semua genera (genus-genus) punah. Kepunahan terbesar pada masa ini dikenal dengan peristiwa Kallwasser dan kepunahan utama kedua dikenal dengan Frasnian dan batas Framenian, sekitar 374 juta tahun yang lalu (Gambar 3.14).

Waktu: 374 Juta Tahun Lalu
(antara periode Devon dan periode Carbon)

ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun Dimulai (Juta Tahun)
Paleozoic	Permian			299
	Carboniferous	Pennsylvanian		318
		Mississippian	374	359
	Devonian			416
	Silurian			444
	Ordovician			488
	Cambrian			542

Penyebab: perubahan iklim mendadak dan proporsi gas akibat aktivitas vulkanis dan meteor

Gambar 2.14
Kepunahan pada peralihan Devon-Carbon. (Diolah dari berbagai sumber)

Meski jejak hilangnya keanekaragaman hayati ini terekam jelas pada akhir Devon, rentang waktu peristiwa kepunahan ini belum diketahui dengan pasti, namun diduga berlangsung selama 500.000 sampai 25 juta tahun. Tidak jelas pula apakah peristiwa ini terpisah menjadi beberapa kejadian ekstrem atau berlangsung berangsur secara merata di sepanjang masa peris-

Waktu: 305 Juta Tahun Lalu (antara periode Carbon dan periode Permian)				
ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun dimulai (Juta tahun)
Paleozoic	Permian		305	299
	Carboniferous	Pennsylvanian		318
		Mississippian		359
	Devonian			416
	Silurian			444
	Ordovician			488
	Cambrian			542

Lingkungan dan Kehidupan:

- Laut (hiu modern) dan darat (jenis-jenis hewan bertelur, serangga bersayap, pohon raksasa)
- Oksigen 35%, dibandingkan saat ini yang hanya 21%

Gambar 2.15
Kepunahan pada peralihan Carbon-Perm. (Diolah dari berbagai sumber)

tiwa. Beberapa hasil penelitian mengusulkan adanya beberapa (yakni: tujuh) puncak kejadian ekstrem yang terjadi selama rentang periode 25 juta tahun.

Kepunahan massal Permian, disingkat sebagai kepunahan besar (*Great Dying*), adalah kepunahan yang terjadi pada sekitar 252 juta tahun yang lalu, yang menandai batas antara periode geologi Perm dan Trias, atau batas era Paleozoic-Mesozoic (Gambar 3.16). Kepunahan ini adalah yang paling besar sepanjang sejarah bumi karena 96% dari semua makhluk laut dan 70% dari makhluk darat musnah. Ini juga merupakan kepunahan massal serangga. Sekitar 57% dari semua *family* dan 83% dari semua genera telah musnah. Karena besarnya persentase makhluk yang musnah maka perlu waktu yang sangat lama untuk pemulihannya, yakni sekitar 10 juta tahun.

Penelitian-penelitian menyimpulkan telah terjadi satu sampai tiga peristiwa puncak kepunahan dengan sebab yang berbeda satu dari lainnya. Fase pemusnahan awal kemungkinan disebabkan oleh perubahan lingkungan yang berangsur, sedangkan pada fase berikutnya disebabkan oleh bencana. Mekanisme yang terindikasi menyebabkan peristiwa terakhir meliputi tumbukan meteor besar, peningkatan aktivitas gunung api, kebakaran, dan ledakan gas dan batubara di cebakan Siberia, pelepasan tiba-tiba gas metana dasar laut, perubahan paras laut, anoksia, dan pergeseran arus laut oleh perubahan iklim.

Bencana pelepasan gas metana sering diduga sebagai penyebab kepu-

Waktu: 252 Juta Tahun Lalu
(antara periode Permian dan periode Triassic)

ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun Dimulai (Juta Tahun)
Mesozoic	Cretaceous			146
	Jurassic			200
	Triassic		252	251
Paleozoic	Permian			299
	Carboniferous	Pennsylvanian		318
		Mississippian		359

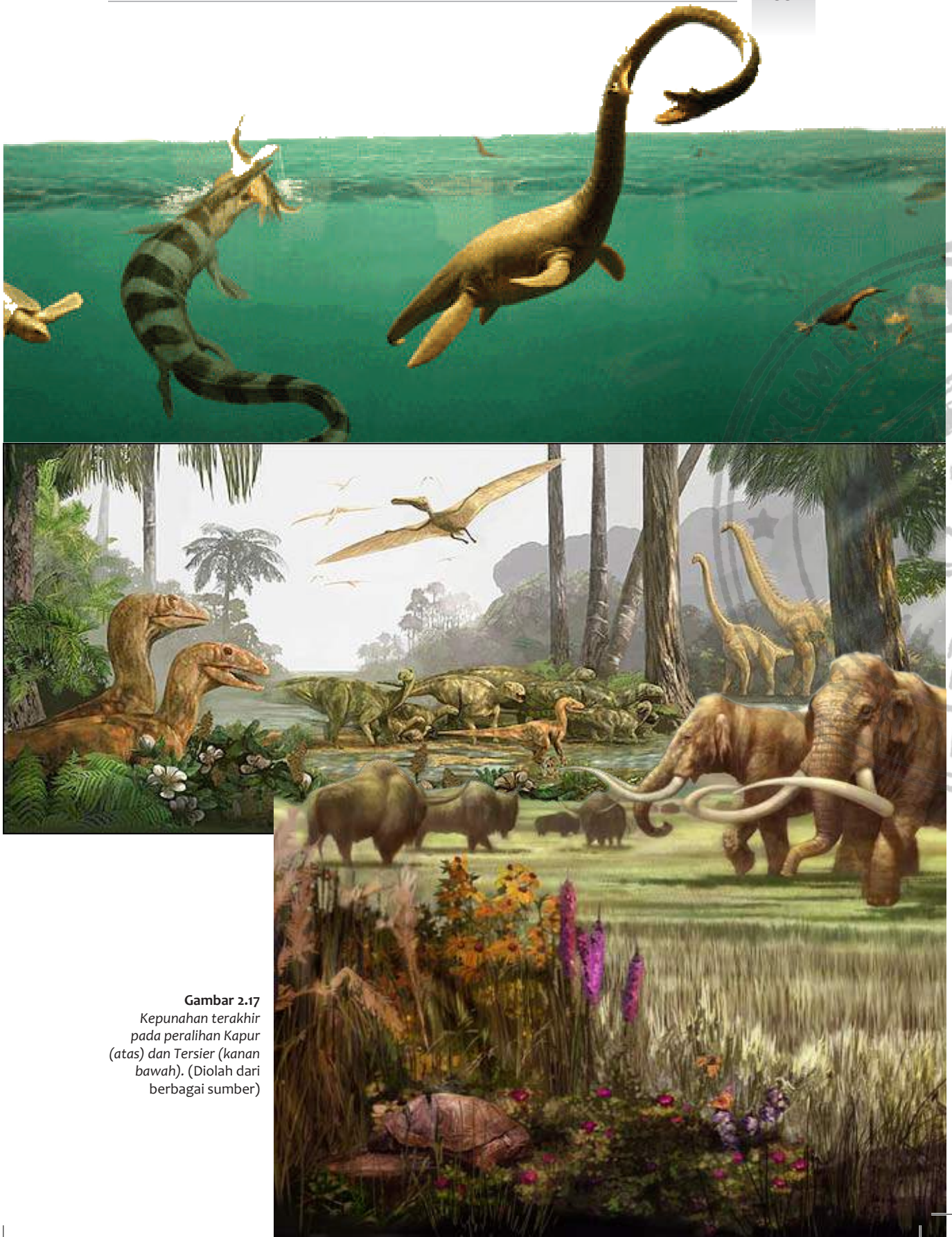
Penyebab: Perubahan radikal komposisi gas akibat aktivitas vulkanis, kebakaran batubara dan meteor (kepunahan >90% organisme laut dan >70% organisme darat)

Gambar 2.16
Kepunahan pada peralihan Perm-Trias. (Diolah dari berbagai sumber)

nahan massal. *Methane clathrate* adalah sejenis benda seperti es terbentuk dari gas metana dan air di dasar laut, danau es, atau dasar endapan-endapan es. Zat ini terbentuk pada temperatur amat rendah atau sedikit di atas titik beku air apabila kondisi dan tekanan sekitar memungkinkan. Kenaikan temperatur setempat bisa menyebabkan gas metana di dalam *clathrate* dilepaskan dalam bentuk gas.

Kepunahan Trias-Jura; kepunahan masa ini menandai batas antara periode Trias dan Jura, 201,3 juta tahun yang lalu, dan merupakan periode kepunahan utama pada Eon Phanerozoic. Peristiwa ini amat berpengaruh terhadap kondisi di daratan maupun lautan. Di laut, semua *conodont* dan 20% dari famili biota laut menghilang. Di daratan, semua *crurotarsans* (Archosaurs yang bukan dinosaurus) selain buaya dan *therapsid* yang masih tersisa musnah. Paling tidak setengah dari semua spesies yang diketahui hidup pada waktu itu punah. Peristiwa ini mengosongkan ruang kehidupan di daratan, yang membuat dinosaurus mengisi kekosongan ini dan menjadi dominan selama periode Jura. Peristiwa ini berlangsung selama kurang dari 10.000 tahun dan bertepatan sebelum *Pangea* terbagi-bagi.

Kepunahan ini bisa diakibatkan oleh beberapa kemungkinan. *Pertama,* perubahan iklim yang berjalan secara lambat, fluktuasi muka air laut, dan peningkatan keasaman di laut. Meski demikian, ini tidak menjawab terjadinya kepunahan yang tiba-tiba yang terjadi di laut. *Kedua,* tumbukan Asteroid, tetapi tidak ditemukan suatu kawah tumbukan yang cukup besar pada periode ini yang bisa berpengaruh secara global. *Ketiga,* aktivitas vulkanisme besar-besaran, terutama di Central Atlantic Magmatic Province (CAMP), yang bisa melepaskan karbondioksida, gas belerang, dan aerosol dalam jumlah yang sangat besar sehingga menyebabkan pemanasan atau pendinginan global yang intens.

Kepunahan Kapur-Tersier; kepunahan yang terjadi 65 juta tahun yang lalu ini dikenal pula sebagai masa kepunahan dinosaurus (Gambar 3.17). Di samping itu, banyak lagi jenis biota yang menghilang pada akhir Zaman Kapur, termasuk *ammonites* dan banyak tanaman berbunga serta sisa Pterosaurs. Penyebab terjadinya kepunahan Zaman Kapur ini masih belum diketahui dengan pasti. Sekelompok peneliti, dikenal dengan *gradualist*, berhipotesis berdasarkan pengurangan jumlah keragaman beberapa binatang darat maupun laut, yang kemudian menyimpulkan bahwa kejadian disebabkan oleh perubahan iklim. Akhir Zaman Kapur ditandai dengan

Gambar 2.17
Kepunahan terakhir pada peralihan Kapur (atas) dan Tersier (kanan bawah). (Diolah dari berbagai sumber)

penurunan temperatur yang tentunya disertai dengan penurunan muka laut. Pergeseran daerah pesisir dan laut dangkal telah menyebabkan kematian hewan-hewan di lingkungan tersebut yang merupakan habitat tersubur.

Hipotesis lainnya menduga bahwa kepunahan ini diakibatkan oleh tumbukan-tumbukan benda angkasa. Hipotesis ini didukung oleh bukti bukti bahwa tumbukan-tumbukan besar benda angkasa di permukaan bumi telah terjadi pada masa itu. Beberapa endapan mineral liat yang kaya akan Iridium, berumur pada kisaran waktu peristiwa kepunahan, dijumpai di banyak tempat di permukaan bumi. Mineral ini amat jarang di bumi, tetapi umum dijumpai pada meteorit. Akibat kumulatif dari tumbukan-tumbukan menyebabkan penurunan temperatur permukaan bumi yang drastis, dikenal dengan teori skenario musim dingin nuklir, yang memusnahkan dinosaurus.

Pada akhir Zaman Kapur juga terjadi banyak letusan besar gunung berapi. Deccan Trap, lelehan basal yang sangat luas di India dierupsikan pada zaman ini pula. Diduga gas dan abu vulkanik yang dimuntahkan pada zaman itu berpengaruh pada area yang sangat luas dan mengubah iklim secara global.

Waktu: 65 Juta Tahun Lalu (Akhir Cretaceous)				
ERA	PERIOD		EPOCH	Tahun Dimulai (Juta Tahun)
Cenozoic	Quaternay		Holocene	0.01
			Pleistocene	1.8
	Tertiary	Neogene	Pilocene	5.3
			Miocene	23.0
		Paleogene	Oligocene	33.0
			Eocene	55.0
			Paleocene	65.0
Mesozoic	Cretaceous			146
	Jurassic			200
	Triassic			251

Lingkungan dan Kehidupan:

- Triassic - Jurassic - Cretaceous: Dinosaurus dan Reptil
- Tertiary: Mamalia dan tanaman berbunga

Penyebab Kepunahan: Letusan gunung api yang masif dan banyaknya meteor dengan diameter 10 KM (Kepunahan >50%)

Meski teori-teori ini bisa diterima dan dapat menerangkan seberapa banyak makhluk hidup yang musnah dalam suatu peristiwa, tetapi belum dapat menerangkan mengapa sebagian hewan punah dan sebagian lainnya bisa bertahan dengan baik. Salah satu contohnya, dengan peristiwa yang menyebabkan kepunahan dinosaurus, katak yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan justru dapat bertahan sampai kini.

C. PENYEBAB KEPUNAHAN

Semenjak dan seiring dengan terciptanya makhluk-makhluk hidup di muka bumi, kepunahan spesies berjalan terus. Kepunahan spesies-spesies makhluk hidup di muka bumi dibedakan menurut intensitasnya menjadi kepunahan latar (*background extinction*) dan kepunahan massal (*mass extinction*).

Sebab-sebab dari kepunahan latar adalah kondisi lingkungan hidup di bumi selalu berubah dari waktu ke waktu, baik akibat perubahan fisik bumi maupun perubahan yang diakibatkan oleh adanya makhluk hidup itu sendiri. Perubahan-perubahan tersebut secara umum mengarah kepada lingkungan yang lebih nyaman untuk kehidupan makhluk hidup, utamanya manusia. Bagian permukaan bumi yang merupakan habitat utama makhluk-makhluk hidup berevolusi semenjak awal penciptaannya hingga kini. Makhluk hidup yang tercipta dan terkondisikan dengan lingkungan hidup permukaan bumi pada awal masa penciptaan tidak sesuai lagi dengan lingkungan pada masa berikutnya sehingga mengalami kepunahan dan digantikan oleh spesies lain yang lebih sesuai.

Dari perspektif ekologi, muncul dan menghilangnya suatu spesies pada suatu lingkungan hidup mengikuti beberapa keteraturan, yang dikenal dengan hukum minimum (*minimum law* [Liebig, 1840]). Hukum minimum mengacu kepada perilaku hidup tumbuhan yang perkembagannya dibatasi oleh konsentrasi unsur hara di bawah nilai terkecil yang diperlukan untuk reaksi sintesis. Meski unsur lainnya berlimpah, pertumbuhan tanaman akan tetap terhenti bila unsur hara minimum itu tidak mendapat pasokan tambahan. Dari hukum minimum ini kemudian berkembang istilah faktor pembatas (*limiting factor*), yaitu faktor ekologis lainnya yang menghambat perkembangan suatu jenis makhluk hidup karena kuantitasnya terlampau sedikit atau di bawah minimum yang diperlukan, atau karena terlalu banyak sehingga melebihi batas toleransi maksimum yang diperlukan.

Dalam suatu ekosistem yang berpenghuni padat terjadi pula kom-

petisi antarindividu maupun antarspesies untuk tetap bertahan hidup. Di samping itu, dalam ekosistem yang lebih kompleks terdapat pula *predation* dan parasitisme yang dari satu pihak merupakan suatu bentuk kompetisi dan di lain pihak merupakan kontrol tidak langsung ekosistem terhadap populasi penghuninya. Dengan mekanisme-mekanisme yang terjadi pada suatu ekosistem, maka individu atau spesies di dalamnya selalu berusaha untuk bertahan dan beradaptasi terhadap perubahan, yang secara alami hanya akan menyisakan makhluk yang paling sesuai dengan lingkungannya (*survival for the fittest*).

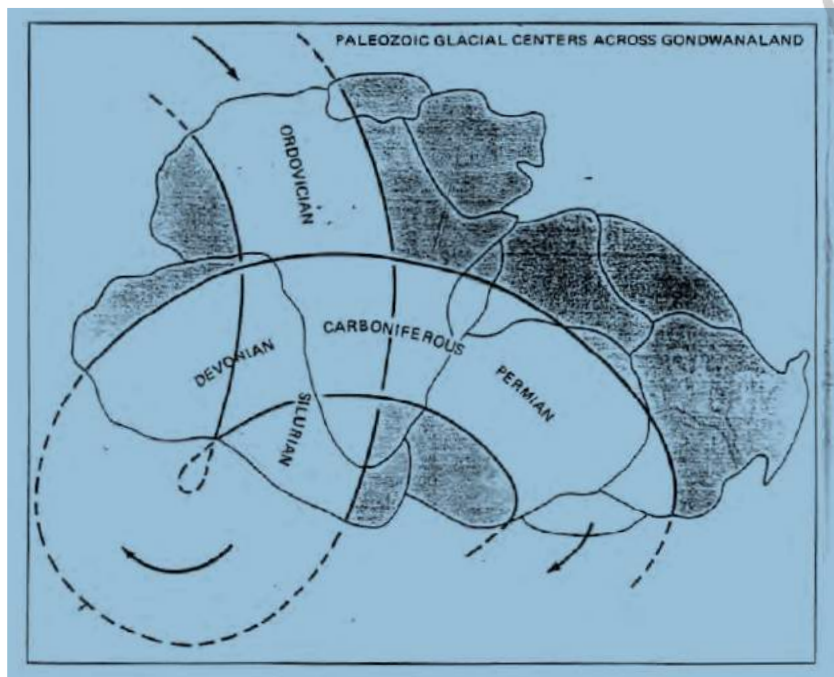
Faktor lingkungan penting yang paling jelas perubahannya selama sejarah bumi adalah temperatur dan komposisi udara atmosfer, utamanya kandungan oksigen. Seperti dibahas sebelumnya, pada awal pembentukannya bumi adalah bola pijar material padat yang diselimuti oleh gas, yang kemudian mendingin. Kehidupan yang pertama ditemukan berada di dalam air yang temperaturnya sekitar 60° C. Proses pendinginan permukaan bumi berjalan secara berangsur-angsur dan juga fluktuatif sampai mencapai suhu yang kita jumpai saat ini. Selama proses pendinginan ini lingkungan perairan dan permukaan bumi mengalami perubahan-perubahan lainnya sehingga ekosistem di atasnya selalu berubah-ubah.

Di atmosfer, kandungan karbondioksida selalu meningkat mengikuti kenaikan suhu. Pada awal pembentukannya, atmosfer tidak mengandung oksigen (Langmuir, 2012). Sebaliknya, karbondioksida amat berlimpah. Makhluk hidup yang pertama kali tercipta tidak memerlukan oksigen untuk metabolismenya. Setelah adanya makhluk hidup yang berfotosintesis, secara berangsur-angsur oksigen bertambah di atmosfer dan di dalam perairan. Selama pergeseran temperatur dan perubahan atmosfer inilah ekosistem di permukaan bumi berubah-ubah, demikian pula dengan makhluk hidup penghuninya.

Di samping kedua perubahan di atas, permukaan bumi mengalami pula perubahan-perubahan besar yang diakibatkan oleh adanya pergerakan lempeng tektonik. Sekelompok ilmuwan (antara lain Mc Leod, 2003) menganggap bahwa pergerakan lempeng merupakan kontrol terbesar terhadap terjadinya kepunahan spesies di muka bumi. Pada awalnya bumi hanya memiliki satu daratan yang disebut *Pangea* dan satu lautan yang disebut *Thethys*. Secara bertahap daratan ini terpecah-pecah dan tersebar di seluruh permukaan dalam bentuk benua-benua dan pulau-pulau. Dalam bentuk

daratan yang terpencar-pencar ini suhu rata-rata permukaan bumi menjadi lebih rendah karena adanya pendinginan yang merata dari air yang bersirkulasi dan disirkulasikan pula oleh aliran angin.

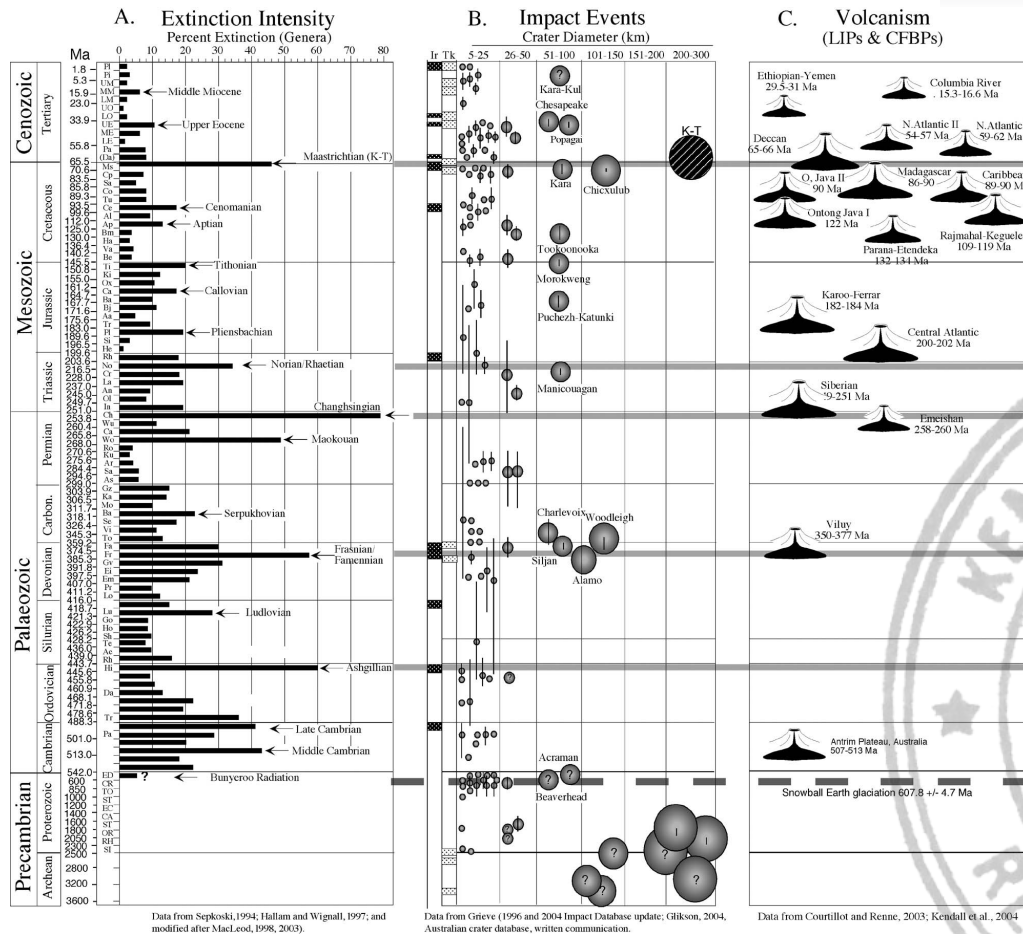
Pada permukaan bumi, proses pendinginan berarti glasiasi yang ditandai dengan bertambahnya endapan es di kutub dan penurunan muka air laut, sedangkan pemanasan berarti melelehnya es dan kenaikan muka air laut. Dalam prosesnya pemisahan daratan *Pangea* menjadi pecahan benua-benua dan pulau-pulau tersebut terjadi secara variatif, kadang terjadi pemisahan dan kadang terjadi pengumpulan, sehingga sepanjang sejarah pergerakan lempeng-lempeng tektonik terekam beberapa masa glasiasi dan kenaikan permukaan air laut. Pergerakan lempeng menyebabkan terjadinya perpidahan kutub selatan seperti yang terekam selama era Paleozoik (Gambar 3.18). Perpindahan posisi geografis suatu lempeng menyebabkan perubahan lingkungan yang cepat (secara geologis) padanya, misalnya ketika suatu lempeng melintasi daerah kutub maka terjadi pendinginan atau glasiasi, dan sebaliknya ketika lempengan tersebut menuju daerah tropis maka terjadi pemanasan.

Kepunahan massal adalah kepunahan yang terjadi secara serentak di seluruh permukaan bumi dan me-

Gambar 2.18
Perpindahan Kutub Selatan selama era Palaeozoic. (Sumber: strangescience.net)

musnahkan sejumlah besar (di atas 30%) jenis makhluk di muka bumi. Kepunahan massal terjadi karena dipicu oleh sebuah peristiwa (bencana) besar yang menyebabkan perubahan besar lingkungan di permukaan bumi. Peristiwa pemicu yang paling sering dianggap sebagai pemicu kepunahan massal adalah vulkanisme (letusan gunung api) atau tumbukan benda angkasa (komet atau asteroid). Bukti-bukti adanya peristiwa besar vulkanisme dan benturan benda angkasa hampir didapati pada setiap kepunahan massal ketika makhluk hidup sudah menghuni daratan.

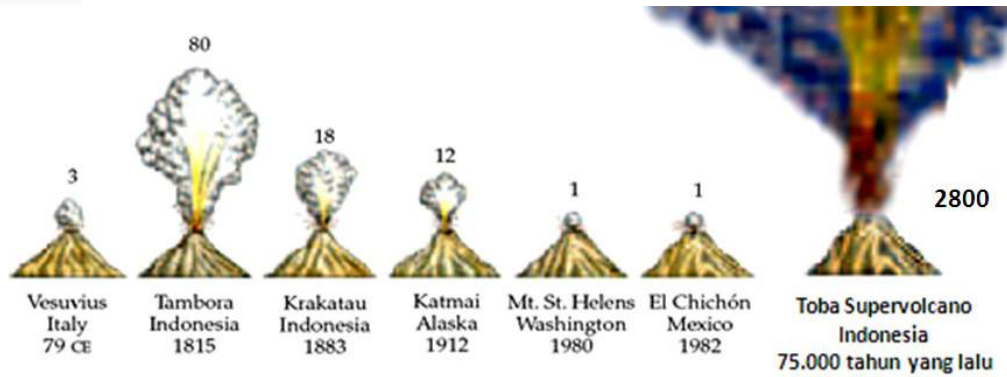
Pada kepunahan massal ketika makhluk hidup baru menghuni lingkungan perairan, bukti peristiwa pemicu sulit ditemukan. Penyebab kepunahan biasanya bisa diduga sebatas kepada sebab-sebab langsung seperti kekurangan oksigen (*anoxia*), penurunan muka laut atau glasiasi, dan sebagainya. Berkurangnya oksigen merupakan penyebab pertama kepunahan massal makhluk hidup di bumi yang terjadi pada Eon Ediacaran (542 juta tahun yang lalu). Penyebab utama dari penurunan jumlah oksigen ini kurang jelas. Semenjak bumi mulai dihuni oleh makhluk hidup pada Eon Archean selama kira-kira 2 miliar tahun, tiba-tiba oksigen di udara dan perairan menurun hingga tinggal kira-kira 60%-nya. Peristiwa ini menyebabkan kepunahan spesies sebanyak 50% dari yang ada sebelumnya. Perhatian terhadap peristiwa kepunahan pertama ini tidak sebesar pada kepunahan-kepunahan berikutnya karena bentuk kehidupan masih sangat sederhana berupa makhluk-makhluk bersel tunggal dan makhluk-makhluk lunak lainnya, dan bagian bumi yang berpenghuni masih terbatas di perairan saja. Setelah kepunahan ini, mulai terdapat hewan-hewan dengan jaringan yang lebih kompleks, seperti hewan-hewan bercangkang.

Berdasarkan basis data, Keller (2005) menyusun menurut urutan waktu kejadian, intensitas kepunahan massal, tumbukan benda angkasa, dan vulkanisme (Gambar 3.19) seperti terlihat dalam diagram di samping.

Hasilnya memperlihatkan bahwa sejak kira-kira 500 juta tahun yang lalu (Phenerozoic), ketika daratan mulai dihuni makhluk hidup, lima kepunahan utama pernah terjadi pada masing-masing episode yang memusnahkan sebagian besar biota bumi. Setiap peristiwa kepunahan terjadi pada atau mendekati akhir periode pada Ordovicium (Ashgillian), Devon (Frasnian/Famennian), Perm (Tatarian), Trias (Norian), dan Kapur (Maastrichtian akhir). Beberapa kepunahan yang lebih kecil dan secara geografis lebih terbatas pernah terjadi pula, meskipun

Gambar 2.19
Diagram intensitas kepunahan massal, tumbukan benda angkasa, dan vulkanisme. (Sumber: Keller, 2005)

kurang terdokumentasi. Pada skala waktu jutaan tahun, empat dari lima kepunahan utama tersebut bersaman dengan peristiwa vulkanisme besar. Di samping itu, pada kebanyakan dari episode kepunahan massal besar ini terjadi pula berkali-kali peristiwa tumbukan benda angkasa. Kebersamaan yang konsisten adanya peristiwa kepunahan massal, erupsi vulkanik besar, tumbukan benda angkasa besar, serta perubahan iklim dan lingkungan yang penting, merupakan awal hipotesis tentang hubungan sebab-akibat yang timbal balik antarperistiwa.

1. Vulkanisme

Untuk menggambarkan dan membandingkan hebatnya letusan gunung berapi, para peneliti biasa menggunakan indeks letusan (*Volcanic Explosion index* = VEI) yang didasarkan atas banyaknya material yang dimuntahkan pada

Gambar 2.20
Danau Toba, sisa letusan raksasa "supervolcanoe" 75.000 tahun yang lalu. (Sumber: godsgeography.com)

saat letusan. Indeks ini berskala 1 hingga 10 yang disusun pada skala logaritma. Artinya, selisih satu indeks menggambarkan besar 10 kali lipat angka di bawahnya. Perbandingan setiap skala berdasarkan akibat yang ditimbulkannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Sangat tua tetapi masih dalam kurun manusia modern, letusan Toba adalah salah satu letusan vulkanik purba terbesar yang menyebabkan kepunahan dalam jumlah besar dan jejaknya masih dapat dilihat saat ini (Gambar 3.20). Di samping material padat berupa abu vulkanik, letusan ini diperkirakan mengeluarkan gas H_2S sebanyak 5 miliar ton ke atmosfer, cukup untuk menutup 90% sinar matahari sampai ke permukaan bumi, membawa kegelapan dan dingin yang mengigit

Tabel 3
Nilai indeks letusan gunung api dan akibat yang ditimbulkannya.

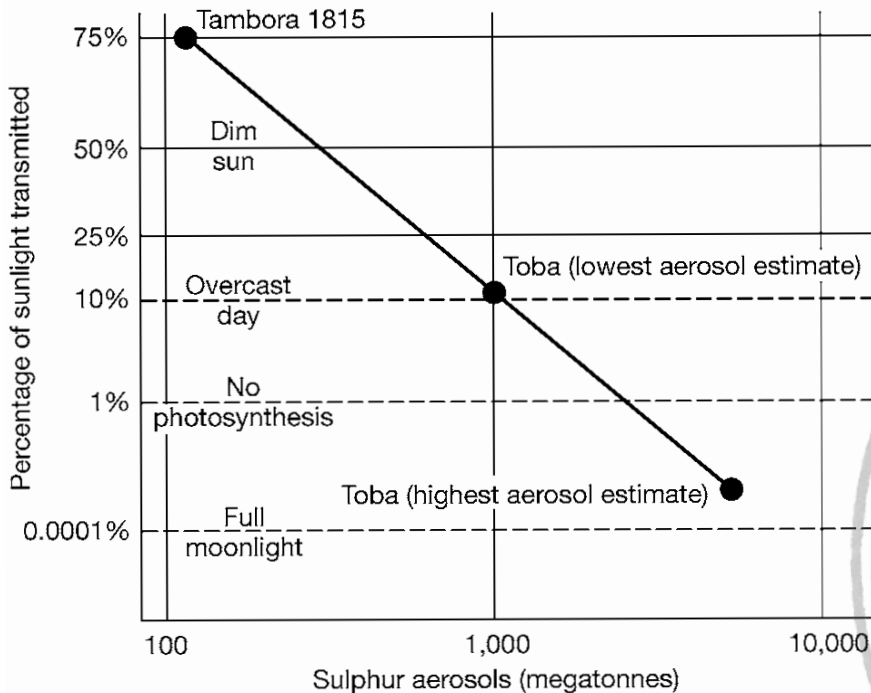
INDEKS	KASUS	AKIBAT
0	Mauna Loa Hawaii, sampai sekarang	Lelehan lava yang terus-menerus
1 - 2	---	Sebuah letusan yang abunya dapat menutupi sebuah kota sebesar New York atau London dengan debu tipis.
3	Papua Nugini	Merusak kota Rataul dengan debu yang dilontarkan sejauh 20 km ke udara untuk kemudian mengubur kota dan sekitarnya dengan debu setebal 1 meter.
5	St. Helens, AS, 1980	Meledakkan gunung dan meninggalkan efek jangka panjang.
6	Pinatubo, Filipina	Menyemburkan material yang dapat mengubur kota London dengan debu setebal 1 km, disusul dengan beberapa banjir lahar pada tahun-tahun berikutnya. Letusan ini dianggap paling besar pada abad 20.
7	Tambora, Sumbawa, Indonesia, 1815	Suara ledakan terdengar sampai di Sumatera, pada jarak sejauh 3.000 km. Erupsi selama 34 hari mengakibatkan sekitar 1.200 korban tewas disusul oleh kelaparan 80.000 penduduk di berbagai daerah di Indonesia. Letusan mengeluarkan 50 km^3 debu dan sekitar 200 juta ton H_2S aerosol ke udara yang sangat efektif untuk menutup radiasi sinar matahari. Selama beberapa bulan kemudian iklim di belahan bumi utara terganggu oleh turunnya suhu udara rata-rata tahun berikutnya sekitar sebesar 0,7° C, sehingga tahun tersebut dikenal sebagai tahun tanpa musim panas.

8	Toba, Sumatera Utara, 74.000 tahun yang lalu	Letusan besar yang pernah terjadi menyisakan lembah besar berupa danau dengan selebar 100 km di Sumatera Utara—Danau Toba. 3.000 sampai 6.000 km^3 material yang dikeluarkan dapat mengubur India sedalam 1 km. Diperkirakan semua kehidupan di Pulau Sumatera pada waktu itu, termasuk manusia, musnah.
9	Deccan Trap, 65 juta tahun yang lalu	Lelehan lava berkepanjangan menutupi areal sangat luas, menyebabkan kepunahan 95% kehidupan dan memusnahkan dinosaurus yang tidak terbang.
10	Siberia, 250 juta tahun yang lalu	Fenomena yang hampir sama dengan Deccan Trap, tetapi pada waktu kehidupan di muka bumi, umumnya di daratan, belum begitu berkembang.

(Tabel 4). Suhu di daerah tropis turun hingga 15 °C, sedangkan suhu rata-rata planet turun 5–6 °C. Jejak suhu bumi yang terekam di dalam lapisan es Greenland memperlihatkan bahwa letusan disusul dengan 6 tahun musim dingin vulkanik dan disusul lagi dengan tahun-tahun dingin lain selama sekitar 1.000 tahun berikutnya. Spekulasi *interglacial-glacial* memperlihatkan pula bahwa setelah itu bumi memasuki zaman es yang berhenti kira-kira 10.000 tahun yang lalu.

Akibat dari letusan sekuat ini berpengaruh besar terhadap populasi manusia (*homo sapiens*) yang sudah menghuni bumi pada waktu itu—studi genetika memperlihatkan bahwa DNA manusia pada zaman itu sudah sangat serupa. Kemiripan ini diakibatkan oleh bencana besar yang menimbulkan kepunahan-kepunahan besar sebelumnya. Kepunahan besar hanya menyisakan sedikit yang dapat bertahan, dan dari yang sedikit inilah manusia bertambah lagi dan berkembang. Ledakan Toba sebanding dengan perang nuklir habis-habisan apabila terjadi di zaman ini, hanya saja tanpa radiasi radioaktif. Kerusakannya dapat menghentikan proses fotosintesis selama beberapa waktu di muka bumi.

Sepanjang sejarah bumi terdapat pula beberapa erupsi besar gunung api yang lain. Dalam tiap beberapa puluh juta tahun terjadi lelehan magma tetapi tidak disertai ledakan yang besar. Erupsi lelehan basal menyangkut dikeluarkannya magma dengan kekentalan rendah dari perut bumi dengan jumlah yang sangat besar. Rekaman kejadian ini terdapat di seluruh dunia: India, Afrika Selatan, AS barat laut, Skotlandia, tetapi yang terbesar di antaranya ditemukan di Siberia yang terjadi pada 250 juta tahun yang lalu, menutupi area seluas 25 juta kilometer persegi. Sebelum

Tabel 4
Berkurangnya cahaya matahari oleh letusan gunung api purba Toba. Pada kasus Toba aerosol asam sulfat menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya matahari tropis yang sampai di bumi pada tengah hari secara drastis hingga hampir menyerupai intensitas cahaya bulan punama.

kejadian Siberia, pada zaman Permian, kehidupan di bumi dipenuhi oleh kadal-kadal raksasa dan reptil. Pada periode yang menyusulnya, Trias, ketika leleh-an bumi telah mendingin, 95% dari to-tal spesies punah dari muka bumi.

Kejadian yang sama terjadi di Deccan, India, pada 65 juta tahun yang lalu; yakni pada akhir zaman Kapur. Persitiwa ini dikenal sebagai *Deccan Trap,* Jebakan Deccan. Pada masa yang bersamaan bumi mendapatkan tum-bukan asteroid di Amerika tengah yang menandai pergantian zaman menjadi zaman Tersier.

2. Tumbukan

Salah satu contoh tumbukan benda angkasa skala terendah terjadi pada permulan abad XX. Pada tahun 1908 sebuah asteroid kecil, kira-kira berdia-meter 50 meter, menembus atmosfer bumi dan meledak pada ketinggian lebih kurang 10 km di atas permukaan bumi di Siberia, tepatnya sebuah da-erah yang disebut Tunguska. Ledak-an ini sepadan dengan 800 bom atom Hiroshima, terdengar sampai sejauh 4 kali luas negara Inggris dan meratakan 2.000 kilometer persegi hutan lebat de-

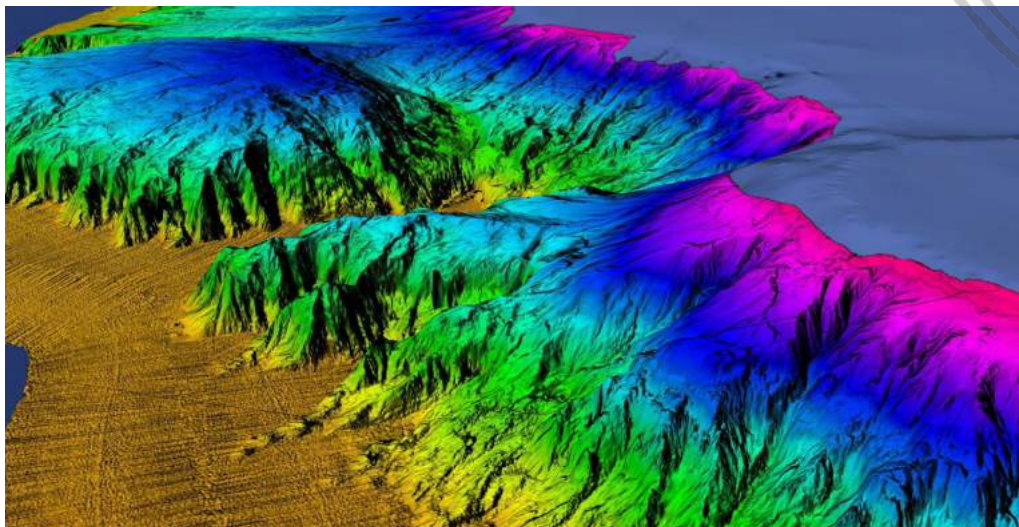
ngan tekanan udaranya saja. Ledakan terekam oleh seismograf sampai sejauh ribuan kilometer. Gelombang getaran atmosfer terekam oleh barometer di seluruh dunia dan melintasi seluruh permukaan bumi sebanyak 3 kali sebelum kemudian melemah dan lenyap. Gas dan debu yang ditinggalkannya mampu menerangi Eropa di malam hari seperti bulan purnama. Aksesibilitas menuju lokasi bekas pusat ledakan menjadi demikian sulit dan baru dapat dicapai oleh sebuah tim eks-pedisi Rusia 25 tahun kemudian. Tidak ada kawah di sana; pusat ledakan ditandai oleh pola sirkular pohon-pohon yang rebah berupa sebuah lingkaran raksasa berdiameter 60 kilometer. Karena daerah ini tidak dihuni, diperkirakan hanya beberapa orang korban meninggal dan sekitar 20 orang luka-luka.

Kejadian di Tunguska ini tidak berarti apa-apa dibandingkan dengan tumbukan yang pernah terjadi 660 ribu tahun yang lalu, ketika sebuah asteroid menumbuk bumi di daerah yang sekarang dikenal sebagai Semenanjung Yucatan di Meksiko Amerika Tengah, tepatnya di sekitar kota Chix-

Gambar 2.21
Chicxulub: lokasi kira-kira kawah tumbukan benda angkasa.
(Sumber: palaeo.gly.bris.ac.uk; en.wikipedia.org)

culub (Gambar 3.21). Kawah ini ditemukan secara tidak sengaja oleh para ahli geofisika (Camargo dan Penfield) yang sedang mencari minyak di kawasan tersebut. Bukti-bukti adanya bekas tumbukan pertama-tama diperlihatkan oleh anomali gaya berat yang memperlihatkan cekungan landasan batuan keras yang kemudian diperkuat dengan ditemukannya "*shocked quartz*" dan tektite yang merupakan penciri adanya tumbukan meteorit (Gambar 3.22).

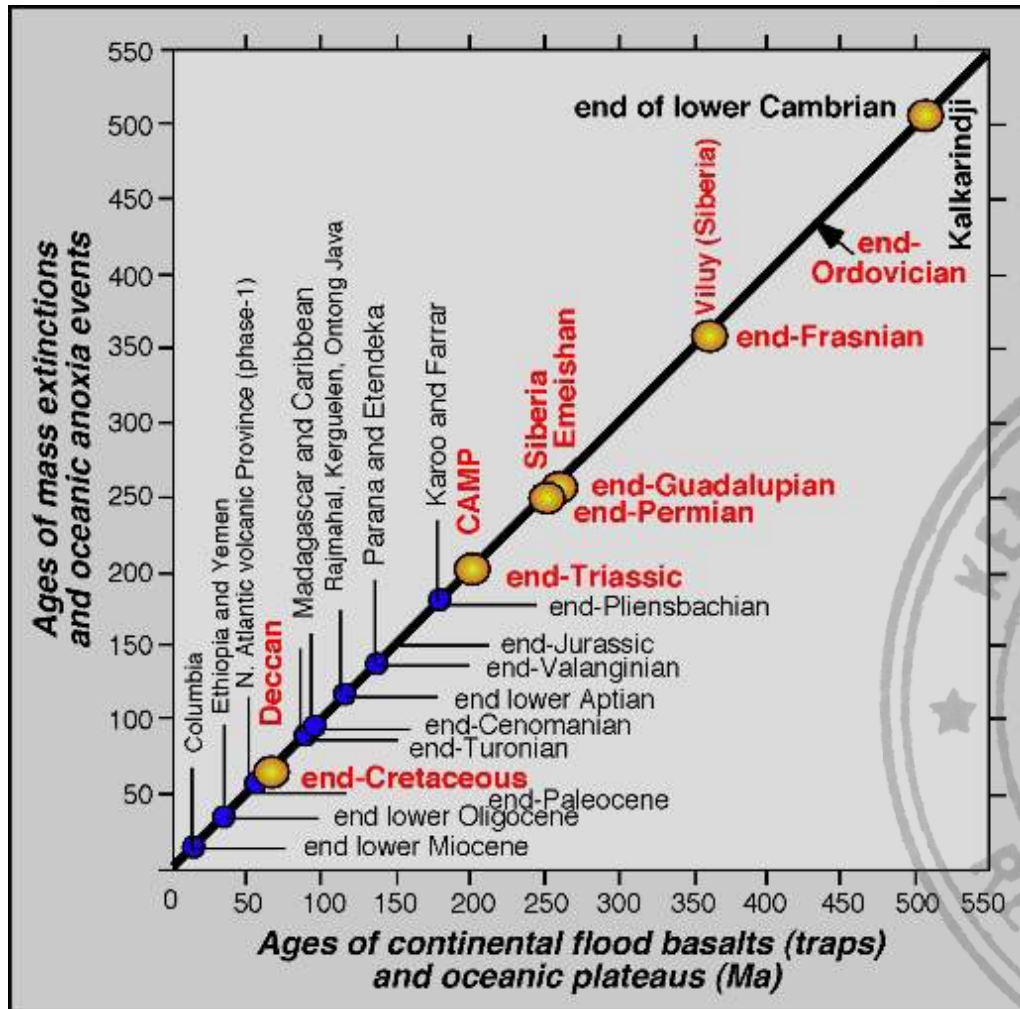
Berdasarkan jejak yang ada, para ahli dapat mereka ulang kejadian tumbukan tersebut. Dalam waktu mikrodetik ledakan yang sulit dibayangkan besarnya melepaskan energi jutaan kali bom Hiroshima yang meledak sekaligus, menciptakan bola api raksasa yang lebih panas daripada permukaan matahari, menguapkan air laut, dan membuat lubang kawah raksasa berdiameter 180 kilometer. Gelombang getaran ke atas merobek atmosfer dan melontarkan batu-batuan meleleh ke angkasa dan kemudian tersebar ke mana-mana sambil memanaskan atmosfer, untuk akhirnya menghujani seluruh permukaan bumi dengan bongkah-bongkah membara. Hampir seketika dataran seluas benua Eropa diratakan dan dimusnahkan dari kehidupan. Atmosfer menderu dengan kecepatan lima kali topan terhebat menyapu permukaan bumi, disertai dengan tsunami yang menyapu daerah pesisir di seluruh dunia.

Lebih jauh lagi, udara panas dan lontaran bara batuan di seluruh

Gambar 2.22
Simulasi rupa permukaan batuan dasar (atas) berdasarkan anomali gayaberat di Chicxulub.
(Sumber: palaeo.gly.bris.ac.uk; en.wikipedia.org)

per-mukaan bumi telah membakar hutan-hutan, padang rumput, serta ekosistem lainnya dan tentunya memanggang satwa-satwa yang ada di dalamnya. Tidak cukup di situ, ketika atmosfer dan lautan sudah kembali tenang dan permukaan bumi sudah tidak lagi menerima bombardemen, beberapa saat kemudian asap dan debu di atmosfer menutup sinar matahari dan menurunkan suhu permukaan bumi sampai 15 °C lebih rendah dari rata-rata biasanya. Pada kegelapan ini tanaman mengering dan mati, membiarkan dinosaurus dan satwa herbivora lainnya yang tersisa menderita kelaparan dalam waktu yang sangat lama. Kondisi di laut pun tidak lebih baik; racun-racun dari kebakaran global dan hujan asam yang mengucuri lautan telah membunuh 34% dari kehidupan. Setelah tahun-tahun gelap membeku, terbitnya cahaya matahari dibarengi dengan radiasi ultraviolet karena rusaknya lapisan ozon oleh NOx dan SOx serta gas rumah kaca lainnya, dan bumi pun kembali terpanggang.

Tumbukan asteroid Chixculub terjadi pada akhir zaman Kapur yang dianggap mengakhiri dominasi hewan jenis dinosaurus *non-avian*, yang tidak bisa terbang, setelah sebelumnya mereka merajai populasi hewan berukuran besar di permukaan bumi. Jejak lainnya menunjukkan pula bahwa tumbukan dengan skala ini bukan satu-satunya yang pernah terjadi sepanjang sejarah bumi, juga mungkin bukan yang terbesar.

Pada slaka kasar beberapa juta tahunan, basis data kepunahan massal, tumbukan, dan vulkanisme memperlihatkan hubungan yang menyeluruh antara ketiganya pada tiga dari lima kepunahan massal utama, yaitu pada zaman Kapur Akhir, akhir Trias, akhir Devon Tengah (Frasnian-Famennian [F/F]). Empat dari lima kepunahan massal utama (kecuali Ordovicium akhir) memperlihatkan keterkaitan dengan letusan vulkanik besar. Dua interval (zaman Kapur Akhir dan akhir Devon Tengah) memperlihatkan pula adanya hubungan antara kepunahan massal dengan tumbukan besar benda angkasa.

Sebuah plot yang mencantumkan letusan vulkanik dengan kepunahan massal kecil dan peristiwa anoksia di lautan (Courtillot dan Renne, 2003) memperlihatkan korelasi yang baik antara keduanya (Gambar 3.23). Ketika ditambahkan peristiwa-peristiwa tumbukan pada plot ini, tampak bahwa perubahan lingkungan yang bersamaan dengan vulkanisme dan tumbukan menandai hampir semua peristiwa kepunahan. Meski begitu, terlalu dini untuk menyimpulkan hubungan yang

Gambar 2.23
Umur lelehan basalt continental atau plateau samudra, kawah tumbukan benda angkasa > dari diameter 425 km, bayangan kelabu = kepunahan massal; lingkaran = vulkanisme; bintang = tumbukan, umur dalam jutaan tahun.
(Sumber: Courtillot dan Renne, 2003)

lebih pasti berdasarkan *dataset* ini karena resolusi waktu yang rendah. Dengan demikian, seharusnya setiap kejadian dievaluasi satu per satu.

Diagram intensitas kepunahan massal terhadap peristiwa vulkanik besar memperlihatkan bahwa meskipun kepunahan massal terjadi pada waktu peristiwa vulkanik besar dan adanya tumbukan benda angkasa, tingkat kepunahan pada level genus umumnya relatif rendah kecuali pada Kapur Akhir, Perm Akhir, dan Devon Frasnian/Framennian. Kesimpulannya terbuka paling tidak pada dua kemungkinan: (1) hanya vulkanik yang sangat besar yang cukup mengakibatkan stres biotik yang membawa kepada kepunahan

massal (44% genera) seperti pada Kapur Akhir dan Perm Akhir; atau (2) Vulkanisme sangat besar bertepatan dengan tumbukan benda angkasa menyebabkan kepunahan massal besar, seperti pada Kapur Akhir. Mana yang paling mendekati dari dua kemungkinan tersebut harus dikaji melalui studi dengan resolusi waktu yang lebih rinci.

Mekanisme paling memungkinkan bahwa tumbukan benda angkasa dan terutama vulkanisme besar, di samping membawa kerusakan fisik yang besar secara setempat, menyebabkan perubahan lingkungan yang drastis. Misalnya melalui terhalangnya penyinaran matahari untuk waktu yang lama sehingga mengakibatkan pendinginan, perubahan susunan kimia atmosfer dan perairan, dan lain-lain. Tampaknya kepunahan massal lebih diakibatkan oleh perubahan ikutan daripada akibat langsung peristiwa besar tumbukan benda angkasa maupun vulkanisme. Rekapitulasi waktu dan penyebab kepunahan serta jenis makhluk hidup yang punah diperlihatkan pada Tabel 5. []

Tabel 5
Rekapitulasi waktu dan penyebab kepunahan
serta jenis makhluk hidup yang punah.

Periode	Waktu Juta tahun lalu	Penyebab, jenis yang punah, dan intensitas kepunahan
Ediacaran	542	• Turunnya kadar oksigen di udara dan air • Jasad renik • Kepunahan 50%
Cambrium–Ordovicium	488	• Masa glasiasi yang panjang • Hewan bercangkang (krusteasea, trilobite, kerang, arthropoda raksasa) • Kepunahan 40%
Ordovicium–Silurian	443	• Glasiasi cepat, kerusakan ozon, CO_2 rendah • Laut (ikan berahang, nautiloid) dan tumbuhan darat • Kepunahan 60%
Silurian–Devonian	420	• Perubahan iklim mendadak dan proporsi gas atmosfer berubah • Laut (hiu, ikan bertulang sejati, kalajengking laut raksasa, trilobite) dan darat (lumut, tanaman kecil, laba-laba, kaki seribu). • Kepunahan 30%

Devonian–Karbon	374	• Perubahan iklim mendadak & proporsi gas berubah akibat aktivitas vulkanis & meteor • Laut (ikan bersirip kokoh, trilobite, hiu purba) dan darat (tanaman modern, tanah muncul, jamur raksasa) • Kepunahan 75%
Karbon–Permian	305	• Glasiasi mendadak (CO_2 terendah) • Laut (hiu modern) dan darat (jenis-jenis bertelur, serangga bersayap, pohon raksasa) – Oksigen 35% dibandingkan 21% saat ini • Kepunahan 10%
Permian–Triassic (*Great Dying*)	252	• Perubahan radikal komposisi gas akibat aktivitas vulkanis, kebakaran batubara & meteor. • Reptil dan *synapsid* (nenek moyang mamalia). • Kepunahan > 90% organisme laut dan > 70% organisme darat
Akhir Cretaceous	65	• Letusan gunung api yang masif (lahar 1,3 juta km kubik) dan meteor berdiameter 10 km. • Dinosaurus. • Kepunahan 50%

BAB III
HIKMAH DARI PERISTIWA-PERISTIWA KEPUNAHAN

A. PENYIAPAN BUMI SEBAGAI TEMPAT HIDUP MANUSIA

اَللّٰهُ الَّذِيْ جَعَلَ لَكُمُ الْاَرْضَ قَرَارًا وَّالسَّمَاۤءَ بِنَاۤءً وَّصَوَّرَكُمْ فَاَحْسَنَ صُوَرَكُمْ وَرَزَقَكُمْ مِّنَ الطَّيِّبٰتِۗ ذٰلِكُمُ اللّٰهُ رَبُّكُمْۚ فَتَبٰرَكَ اللّٰهُ رَبُّ الْعٰلَمِيْنَ ٦٤

Allah-lah yang menjadikan bumi untukmu sebagai tempat menetap dan langit sebagai atap, dan membentukmu lalu memperindah rupamu serta memberimu rezeki dari yang baik-baik. Demikianlah Allah, Tuhanmu, Mahasuci Allah, Tuhan seluruh alam. (Gāfir/40: 64)

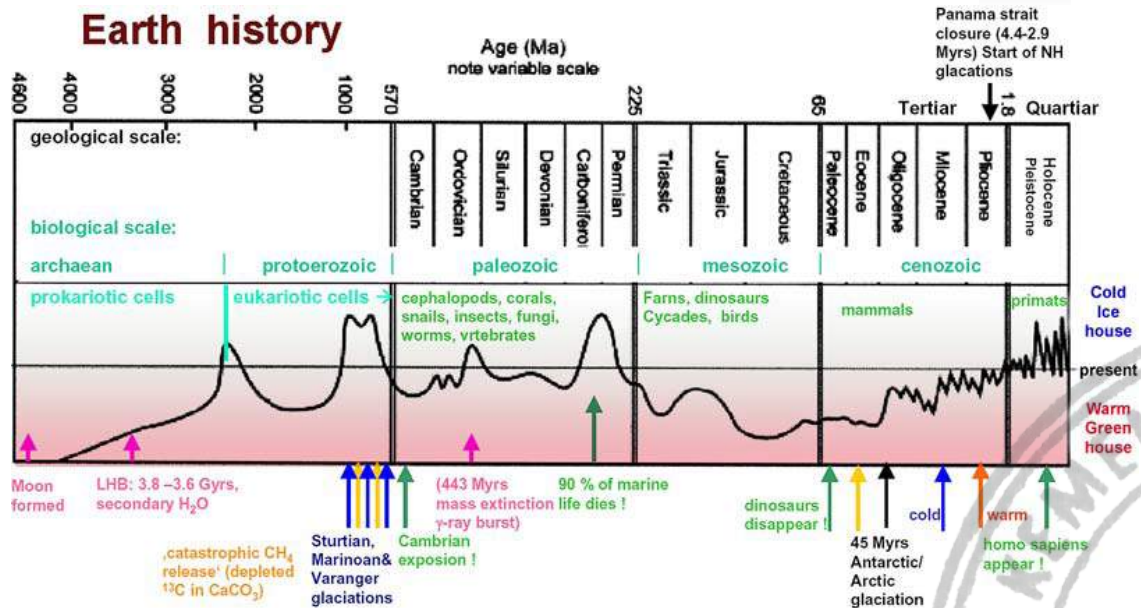
Bumi menempati lokasi yang sangat khusus dibandingkan dengan bagian-bagian lain di alam semesta. Kekhususan itu adalah lingkungannya yang memungkinkan manusia dan makhluk lainnya dapat hidup. Sebagian besar alam semesta adalah ruang yang "hampa" dengan temperatur yang sangat rendah. Temperatur rata-rata alam semesta T= 2,735 ^{o}K di atas nol absolut atau -273,5 ^{o} C, atau hampir -272,3 ^{o}C. Titik-titik panas di alam semesta adalah bintang-bintang yang temperaturnya sangat panas (beberapa ribu derajat Celcius). Pada kondisi fisik seperti di atas, makhluk hidup bumi yang kita jumpai saat ini, seperti hewan, tumbuhan, dan manusia tidak akan bisa hidup.

Peredaran bumi pada jarak tertentu dari matahari menjaga lingkungan bumi selalu berada pada kondisi hangat, di mana molekul air (H_2O)

mungkin didapati dalam keadaan cair, sebagai salah satu prasyarat adanya kehidupan. Seperti kita ketahui, kondisi prasyarat ini tidak terjadi serta-merta. Pada masa-masa awal kejadiannya, bumi belum memiliki air karena suhu permukaan bumi adalah suhu batuan yang meleleh. Air baru terdapat di bumi setelah temperatur permukaannya cukup sesuai untuk mengkondensasikan uap menjadi cair. Demikian pula setelah terdapatnya air, manusia tidak serta-merta muncul di permukaan bumi. Dibandingkan dengan umur bumi secara keseluruhan sampai saat ini, keberadaan manusia hanya menempati sepotong kecil masa di sejarah bumi. Apabila kita lihat bahwa masa sebelum keberadaan manusia itu sebagai masa persiapan dan penyesuaian, betapa panjang masa penyiapan alam semesta ini sebelum datangnya manusia di bumi.

1. Penyiapan Iklim

Semenjak awal terbentuknya, bumi terus-menerus mengalami perubahan yang menjadikannya semakin layak untuk dihuni makhluk hidup yang juga terus berubah sampai pada akhirnya seperti yang kita jumpai saat ini ketika manusia dapat hidup dan mengembangkan kebudayaan. Di pihak lain, kehidupan di atas bumi berperan pula mengubah lingkungan tersebut menjadi seperti yang kita dapati saat ini. Bumi saat ini memiliki iklim dan lingkungan yang amat berbeda dari masa awal pembentukannya yang tidak mungkin dihuni makhluk hidup yang kita jumpai sekarang. Dua parameter lingkungan terpenting di permukaan bumi yang berubah sehingga saat ini menjadi layak huni bagi manusia dan makhluk hidup lainnya adalah temperatur dan kandungan oksigen. Kedua perubahan ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling mempengaruhi: pertambahan oksigen di atmosfer terjadi setelah suhu permukaan bumi cukup rendah, dan bertambahnya kadar oksigen di permukaan bumi menyebabkan turunnya suhu permukaan bumi pula.

Pada saat ini umat manusia sedang dirisaukan oleh fenomena pemanasan global yang diperkirakan akan sangat mengganggu dari segi ekologi dan ekonomi serta dapat membawa akibat fatal bagi peradaban, bahkan kelangsungan hidup manusia. Tetapi, apabila kita bandingkan dengan fluktuasi suhu permukaan bumi yang pernah terjadi sepanjang sejarahnya, fluktuasi suhu permukaan bumi pada pergantian milenium sekarang ini ternyata bukan apa-apa. Pemanasan global ini memang sedang terjadi apabila kita hanya mengacu kepada perubahan temperatur rata-rata bumi yang terjadi

Gambar 3.1
Perubahan rata-rata suhu di permukaan semenjak kejadian bumi. (Sumber: scencemax.pbworks.com)

semenjak ratusan sampai beberapa ribu tahun yang lalu (Gambar 3.1). Apabila kita perhatikan fluktuasi ribuan tahun sampai beberapa juta tahun yang lalu, maka tampak bumi mengalami penurunan suhu rata-rata. Menurut data geologi, semenjak dataran bumi dihuni oleh makhluk hidup, temperatur bumi pernah mengalami berkali-kali periode pemanasan dan pendinginan (Gambar 3.1). Tetapi, semenjak awal pembentukannya hingga saat ini total rata-rata suhu di permukaan bumi telah turun secara drastis.

Apabila kita cermati sejarah perkembangan bumi maka ada empat peristiwa kunci yang mempercepat pro-ses pendinginan permukaan bumi yaitu: (1) berkurangnya benturan atau jatuhnya benda-benda angkasa di permukaan bumi; (2) mengerasnya kerak bumi karena pembekuan; (3) terjadinya hujan besar/banjir besar sehingga terbentuk samudra; dan (4) bertambahnya komposisi oksigen di udara.

Uraian terdahulu telah memberi kita gambaran bagaimana jatuhnya benda angkasa di permukaan bumi menyebabkan batuan di permukaan bumi kembali meleleh dan menghamburkan partikel dan panas yang membakar ke atmosfer. Sepanjang zaman Hadean sampai terbentuknya bulan, bumi tidak berhenti menerima tumbukan, maka berhentinya atau berkurangnya frekuensi tumbukan pada akhir Hade-

an memberi bumi kesempatan untuk mendingin. Akibat pendinginan tersebut permukaan bumi membeku, membentuk kerak yang mengisolasi radiasi bagian dalam bumi yang terdiri dari material panas untuk tetap berada di bagian dalam bumi, kecuali dalam bentuk kegiatan vulkanisme yang terjadi sesekali. Dengan mengerasnya kerak bumi, maka panas yang terdapat di permukaan bumi hanya berasal dari radiasi matahari.

Pendinginan selanjutnya menyebabkan uap air di atmosfer terkondensasi dan jatuh ke permukaan bumi dan kemudian menggenangi bagian terendah bumi dalam bentuk samudra. Suhu rata-rata atmosfer dan laut yang waktu itu sedang mendingin, tetapi masih lebih tinggi beberapa kali lipat daripada yang kita jumpai hari ini, menyebabkan proses daur hidrologi berjalan lebih cepat. Tingginya intensitas penguapan air dan kondensasinya menjadi hujan, menyebabkan terjadinya "pencucian atmosfer" dari partikel-partikel aerosol dan molekul gas oksida sehingga efek rumah kaca berkurang. Jernihnya atmosfer menyebabkan intensitas sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi bertambah, dan menyuburkan pertumbuhan makhluk hidup yang berfotosintesis, sehingga terjadi pengendapan karbon atmosferik dan menyimpannya dalam bentuk bahan organik di permukaan bumi. Sejalan dengan bertambahnya endapan karbon organik, bertambah pula oksigen di atmosfer yang juga berarti menurunnya suhu secara global.

Akumulasi oksigen di permukaan bumi bermula ketika makhluk hidup mulai memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi. Sebelumnya, makhluk hidup di bumi menggunakan panas dari lingkungan sekitar di permukaan bumi sebagai energi dan bermetabolisme secara *anaerob* (tanpa oksigen). Pada kira-kira 2 miliar tahun yang lalu, organisme akuatik purba, yaitu ganggang biru-hijau, mulai memanfaatkan energi matahari untuk memecah molekul-molekul air dan karbondioksida melalui proses fotosintesis. Oksigen digunakan, sedangkan karbon organik diubah menjadi karbondioksida. Dalam perkembangan selanjutnya, oksigen yang waktu itu merupakan zat racun bagi organisme, mulai terakumulasi di atmosfer dan menimbulkan kepunahan makhluk hidup yang hebat. Inilah proses kepunahan terbesar makhluk hidup pertama yang terjadi di muka bumi yang menyebabkan kepunahan 90% jenis makhluk hidup yang pada waktu itu semuanya penghuni laut.

Sementara kadar oksigen terbentuk, kadar karbondioksida mulai berkurang. Di atmosfer beberapa molekul

oksigen (O_2) terurai ketika mereka menyerap energi sinar ultraviolet dan membentuk atom Oksigen tunggal. Jika atom ini bersinggungan dengan O_2 lainnya maka akan terbentuk molekul O_3 yang dikenal dengan nama Ozon. Ozon sangat efektif dalam meredam radiasi ultraviolet sinar matahari. Penyebaran ozon di seluruh permukaan bumi serta akumulasinya di lapisan ionosfer menjadi pelindung bumi dari radiasi sinar ultraviolet. Perkembangan ini menjadikan bumi menjadi lebih sesuai bagi kehidupan yang lebih kompleks. Organisme-organisme yang sejak semula menolak oksigen tidak dapat bertahan terhadap perkembangan atmosfer yang semakin kaya oksigen, tetapi beberapa yang toleran dapat bertahan dan membuat transisi kehidupan dari laut ke darat.

Dari proses di atas tampak bahwa proses kepunahan merupakan suatu proses percepatan bagi terbentuknya lingkungan yang lebih layak huni bagi makhluk-makhluk hidup yang secara fisik lebih sempurna, yakni lebih kompleks dalam hal proses-proses metabolisme serta lebih terspesialisasi dari organ-organ tubuh yang dimilikinya. Kini tidak dapat diingkari bahwa makhluk hidup yang paling sempurna menurut batasan di atas adalah manusia, yang di samping kesempurnaan yang dimilikinya, juga merupakan satu-satunya makhluk yang dikaruniai kecerdasan.

لَقَدْ خَلَقْنَا الْاِنْسَانَ فِيْٓ اَحْسَنِ تَقْوِيْمٍۖ ٤

Sungguh, Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya. (at Tīn/95: 4)

2. Penyiapan Sumber Daya Pangan dan Energi

هُوَ الَّذِيْ خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِى الْاَرْضِ جَمِيْعًا ثُمَّ اسْتَوٰٓى اِلَى السَّمَاۤءِ فَسَوّٰىهُنَّ سَبْعَ سَمٰوٰتٍ ۗ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيْمٌ ࣖ ٢٩

Dialah (Allah) yang menciptakan segala apa yang ada di bumi untukmu kemudian Dia menuju ke langit, lalu Dia menyempurnakannya menjadi tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu. (al-Baqarah/2: 29)

Energi adalah sarana untuk mengendalikan semua sistem, termasuk sistem kehidupan. Di antara makhluk hidup, spesies yang mampu memanfaatkan energi yang lebih banyak akan memiliki kemampuan yang lebih besar untuk beraktivitas, tumbuh, dan berbiak. Pada zaman ini sebagian besar makhluk hidup mendapatkan sumber energi dari sinar matahari baik secara langsung maupun tidak langsung melalui proses metabolisme. Hewan mendapat energi dari makanan yang

dicerna di dalam tubuhnya untuk kemudian diurai pada proses metabolisme di tubuhnya. Makanan hewan adalah hewan lain yang memangsa makhluk hidup lain atau memakan tumbuhan atau plankton sebagai produsen primer. Produsen primer mendapatkan energinya dari sinar matahari melalui fotosintesis.

Salah satu pembeda makhluk hidup modern dibanding makhluk primitif yang hidup di awal penciptaan bumi adalah pemanfaatkan oksigen secara langsung. Oksigen merupakan pembangkit energi di dalam makanan melalui pembakaran atau oksidasi. Hewan-hewan darat, termasuk manusia, memanfaatkan oksigen guna membakar makanan di dalam tubuhnya sebagai sumber energi. Sejalan perubahan iklim bumi sepanjang sejarahnya, cara memperoleh energi kehidupan makhluk-makhluk penghuninya berubah pula sesuai dengan keadaan. Perubahan cara pengambilan energi ini terjadi secara bertahap, tetapi pada prinsipnya berubah dari fotosintesis *anaerob* menjadi fotosintesis oksigen, demikan pula dalam memanfaatkan energi oleh tubuh makhluk hidup berubah dari metabolisme *anaerob* menjadi metabolisme *aerob*.

Untuk bisa bermetabolisme aerobik diperlukan pasokan oksigen secara terus-menerus. Pada organisme yang sangat kecil oksigen dapat masuk ke dalam sel dengan cara difusi melalui dinding sel, sedangkan pada organisme yang lebih besar diperlukan upaya aktif melalui sistem pernafasan. Pada makhluk hidup yang lebih maju sistem pernafasan, transpor oksigen, pembakaran, distribusi serta pemanfaatan energi yang dihasilkan, serta pembuangan limbah gas (CO_2) maupun cair dan padat (sekresi), berlangsung pada sistem yang kompleks, tetapi dengan tingkat produktivitas energi yang lebih besar. Dari semua makhluk hidup yang ada, manusia adalah makhluk yang paling tinggi produktivitas dan pemanfaatan energinya. Sebagai makhluk cerdas, energi yang dihasilkan dan dimanfaatkan manusia tidak sebatas hasil metabolisme saja, tetapi energi-energi lain di luar tubuhnya, seperti energi angin, air, sinar panas dan radiasi matahari, termasuk timbunan energi fosil yang terawetkan seperti halnya minyak bumi dan batubara.

Dalam hal makanan, manusia bergantung kepada keragaman alamiah dari organisme hidup di sekitarnya, baik tumbuhan maupun hewan. Dalam sejarah perjalanan kebudayaan, manusia telah mengeksploitasi sekitar 7.000 spesies untuk sumber pangannya. Jumlah tersebut hanya sebagian kecil dari total spesies di bumi

yang kini telah tercatat, yaitu sekitar 1.400.000 spesies. Memang tidak semua jenis makhluk hidup di muka bumi baik untuk dimakan oleh manusia. Sebagian di antaranya ada yang berbahaya karena bisa meracuni. Islam bahkan telah mengatur makanan mana saja yang di samping halal, juga baik (*ṭayyib*) bagi kesehatan lahir maupun batin.

Sebagian besar bahan pangan bagi manusia muncul di permukaan bumi menjelang kemunculan manusia. yakni pada masa-masa akhir sejarah bumi. Tumbuhan penghasil makanan pokok yang umum dikonsumsi manusia pada umumnya merupakan bagian dari tanaman berbunga termasuk suku padi-padian (*oryzae tribe*), mulai muncul pada Zaman Kapur, kira-kira 129–107 juta tahun yang lalu (Prasad dkk., 2005). Tanaman ordo terung-terungan (*solanales*), antara lain tomat, terung, kentang, dan ubi jalar muncul pada 55–58 juta tahun yang lalu (Eich, 2008).

Rerumputan mulai muncul pada Epoch Eosen, sekitar 55 juta tahun yang lalu (Prasad dkk., 2005), dan penyebarannya berkembang pesat pada Epoch Miosen (23 juta tahun yang lalu). Kemunculan rumput dikuti oleh hewan darat berkuku kembar (*actrodactylan*) yang juga muncul pada 55 juta tahun yang lalu (Monteglard, 1997). Kelompok hewan ini menurunkan binatang yang umum kita jumpai sekarang seperti kijang, jerapah, babi, banteng, termasuk hewan yang paling umum dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani manusia, seperti sapi, kerbau, kambing, dan domba. Burung atau unggas diduga muncul pada peralihan Zaman Kapur-Cenozoikum (Jarvis, 2004), sekitar 70 juta tahun yang lalu. Ikan, terutama ikan laut, telah ada di permukaan bumi sejak zaman silur (444 juta tahun yang lalu), tetapi ikan tuna yang jamak dikonsumsi manusia baru muncul pada Zaman Tersier Awal, sekitar 65 juta tahun yang lalu (Graham dkk., 2000). Ikan mas muncul pada sekitar 16–12 juta tahun yang lalu, dan berkembang pada 6,8–2,3 juta tahun yang lalu (Christiakov, 2009).

Manusia mulai memanfaatkan energi di luar tubuhnya ketika mengenal dan menguasai api. Dengan membakar sisa bahan organik manusia purba menyalakan api untuk menghangatkan tubuh ketika hawa dingin dan untuk memasak makanan. Pada masa awal kebudayaan manusia, energi eksternal yang mereka gunakan adalah energi mekanik yang terdapat di alam seperti angin, air, gravitasi, dan panas. Seiring perkembangan budaya dan teknologi, terjadi pula pergeseran pemakaian energi eksternal. Saat ini, sumber energi yang paling banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia

adalah energi fosil berupa batubara, minyak bumi, dan gas. Batubara terbentuk dari timbunan sisa/bangkai tumbuhan darat yang terawetkan karena tertimbun dan termampatkan di dalam batuan. Adapun minyak bumi dan gas dipercaya oleh kebanyakan ahli berasal dari timbunan sisa bahan organik (plankton) yang hidup di laut, kemudian terakumulasi dalam bentuk endapan dan terawetkan di dalam timbunan atau lipatan batuan.

Proses pembentukan sumber energi fosil ini memerlukan waktu yang sangat lama. Cadangan batubara terbesar terakumulasi pada zaman karbon atau 305 juta tahun yang lalu. Meski terdapat batubara yang berumur lebih muda, tetapi umumnya berkualitas rendah. Ada pula sisa bahan organik tumbuhan yang masih sangat muda, kurang dari sepuluh ribu tahun, yang kita jumpai dalam bentuk gambut, seperti halnya di Kalimantan dan Sumatera. Waktu pembentukan minyak bumi dan gas tampaknya lebih lama lagi. Diduga akumulasi bahan organik pembentuk minyak dan gas bumi terjadi ketika kehidupan masih berada hanya di lingkungan perairan laut. Energi fosil ini pada dasarnya adalah energi yang terakumulasi di masa lampau, yang berasal dari energi matahari dan radiasi bumi yang terserap oleh proses sintesis dan metabolisme makhluk hidup, ditambah dengan energi dinamika bumi dalam bentuk erosi sedimentasi dan pergerakan batuan.

ءَاَنْتُمْ اَشَدُّ خَلْقًا اَمِ السَّمَاۤءُ ۚ بَنٰىهَا ۗ ﴿٢٧﴾ رَفَعَ سَمْكَهَا فَسَوّٰىهَا ۙ ﴿٢٨﴾ وَاَغْطَشَ لَيْلَهَا وَاَخْرَجَ ضُحٰىهَا ۖ ﴿٢٩﴾ وَالْاَرْضَ بَعْدَ ذٰلِكَ دَحٰىهَا ۗ ﴿٣٠﴾ اَخْرَجَ مِنْهَا مَاۤءَهَا وَمَرْعٰىهَا ۖ ﴿٣١﴾ وَالْجِبَالَ اَرْسٰىهَا ۙ ﴿٣٢﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِاَنْعَامِكُمْ ۗ ﴿٣٣﴾

Apakah penciptaan kamu yang lebih hebat ataukah langit yang telah dibangun-Nya? Dia telah meninggikan bangunannya lalu menyempurnakannya, dan Dia menjadikan malamnya (gelap gulita), dan menjadikan siangnya (terang benderang). Dan setelah itu bumi Dia hamparkan. Darinya Dia pancarkan mata air, dan (ditumbuhkan) tumbuh-tumbuhannya. Dan gunung-gunung Dia pancangkan dengan teguh. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu. (an-Nāzi'āt/ 79: 27–33)

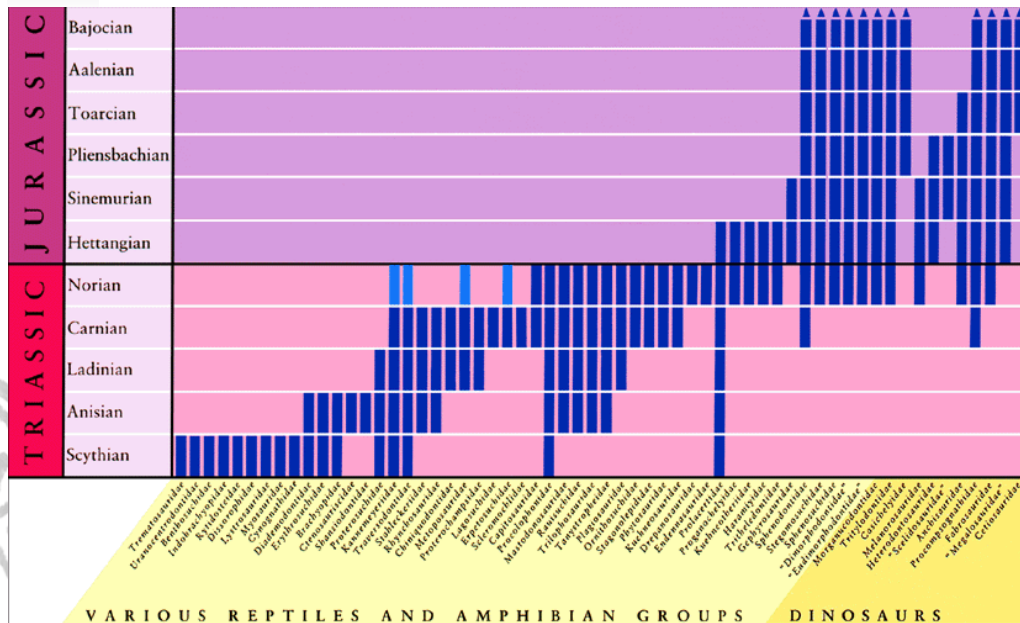
B. KEPUNAHAN SEBAGAI AWAL PENYEMPURNAAN

Bukti-bukti yang ditunjukkan oleh batuan dan fosil menyatakan bahwa bumi yang kita jumpai saat ini adalah hasil dari proses perubahan berangsur. Meski proses perubahan itu memakan waktu yang sangat lama, tetapi ia tidak berlangsung konstan, melainkan diwarnai pula oleh guncangan peristiwa-peristiwa yang

secara fisik menimbulkan gangguan besar dan mendadak yang merupakan bencana besar bagi makhluk hidup penghuninya. Dengan adanya peristiwa-peristiwa bencana tersebut, maka berkali-kali dalam sejarahnya bumi mengalami kekosongan dari makhluk hidup penghuninya walaupun tidak pernah benar-benar musnah.

Dari sudut pandang mekanisme perubahan, gangguan peristiwa itu merupakan suatu jeda tetapi juga merupakan suatu awal proses perubahan lanjutan dengan titik pemberangkatan yang lebih maju. Sekelompok peneliti (Andrew Bambach dkk., 2000) mengamati jenis-jenis makhluk hidup yang punah dan yang muncul untuk kurun waktu 450 juta tahun terakhir. Mereka mendapati bahwa kepunahan massal mengakibatkan pengurangan jumlah jenis secara drastis, tetapi kemudian disusul oleh periode di mana pertumbuhan jumlah jenis sangat besar. Pengosongan ruang hidup di permukaan bumi oleh adanya bencana besar telah membuka kesempatan bagi jenis-jenis yang bertahan untuk berubah dan beradaptasi dengan kondisi baru pascabencana.

Kesempatan ini tidak akan pernah ada seandainya kondisi bumi tetap stabil dengan ruang hidup yang penuh sesak. Jumlah dan jenis-jenis makhluk hidup pada suatu ekosistem yang stabil biasanya relatif tetap karena ada ketergantungan antara setiap jenisnya. Suatu jenis hewan pemangsa jumlahnya ditentukan oleh jumlah ketersediaan makanannya, sebaliknya hewan mangsa jumlahnya dikendalikan oleh pemangsanya. Suatu bencana besar mengubah komposisi jenis makhluk hidup tidak hanya oleh akibat langsung, tetapi juga oleh akibat lainnya yang tidak langsung. Pada peristiwa tumbukan benda angkasa, misalnya, mungkin jumlah individu yang musnah tertimpa benda tersebut tidak seberapa dibandingkan dengan yang musnah akibat perubahan iklim dan perubahan komposisi atmosfer yang menyusul setelahnya.

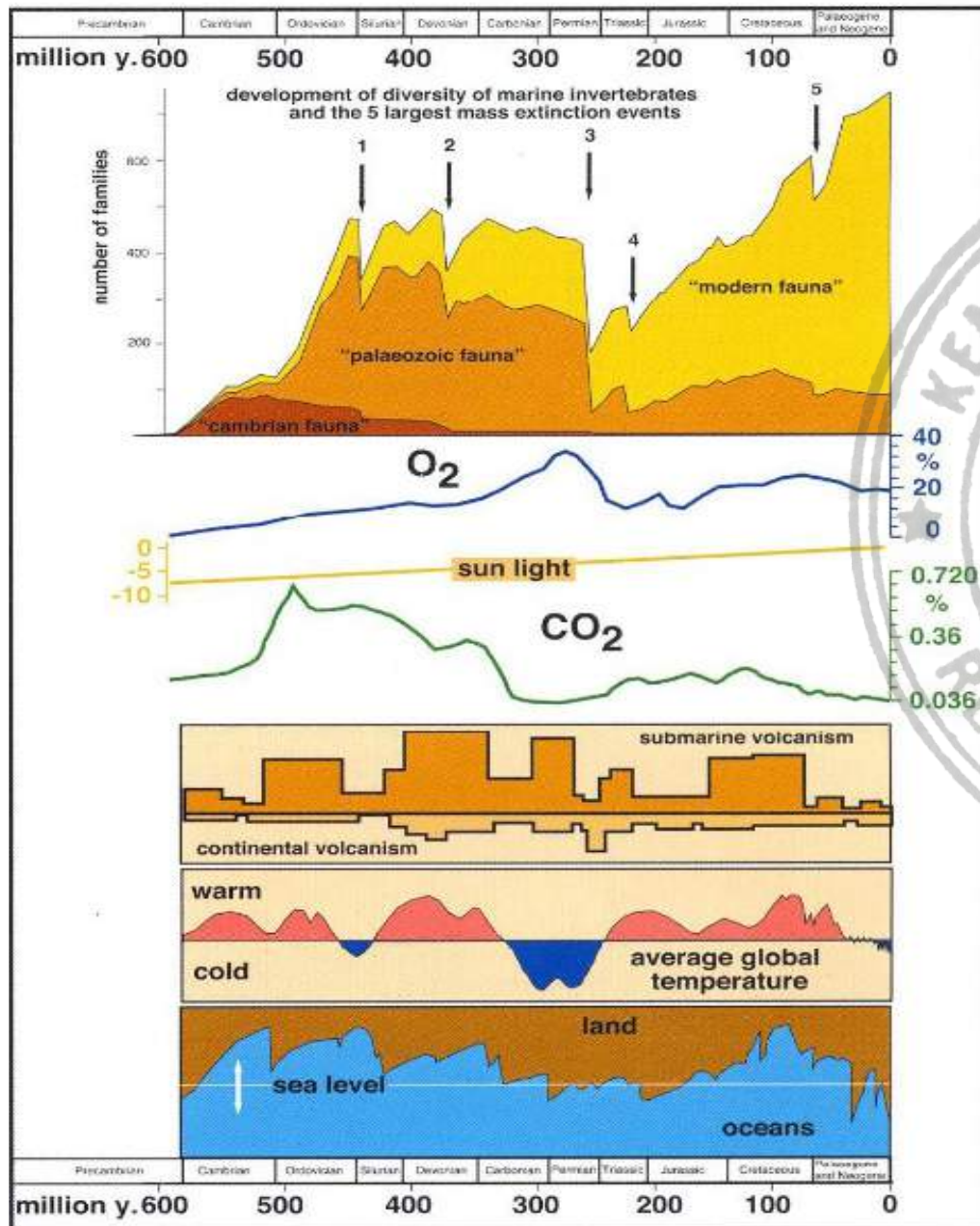
Hal lain yang menarik untuk dicermati pada proses pemulihan pascaperistiwa bencana adalah bahwa jenis-jenis yang berkembang selalu saja jenis-jenis baru lebih maju. Jenis yang lebih maju secara biologis artinya memiliki organ tubuh yang lebih lengkap dan lebih terspesialisasi dalam hal fungsi serta lebih kompleks dalam hal metabolismenya. Untuk definisi ini, manusia adalah makhluk biologis yang paling maju. Pada setiap peristiwa kepunahan (Gambar 3.2) jenis-jenis makhluk yang punah dan yang muncul setelahnya memperlihatkan perubahan suatu komposisi yang jelas yang mengarah pada perbaikan secara biologi.

Gambar 3.2

Kepunahan dan kemunculan spesies pada peralihan Trias–Jura mengarah kepada makhluk yang lebih sempurna. (Sumber: nl.wikipedia.org)

Adanya fenomena perbaikan yang konsisten pada setiap peristiwa kepunahan telah menimbulkan suatu gagasan pemikiran yang melihat adanya kemungkinan bahwa semua perubahan-perubahan yang terjadi di muka bumi merupakan suatu perubahan yang terarah (*directionality*) yang menuju kepada kesempurnaan. Timbulnya anggapan ini didasari oleh kenyataan bahwa apabila pemulihan pasca-terjadinya bencana besar bersifat acak, maka kesempatan untuk berkembang bagi makhluk hidup yang lebih sederhana (primitif) dan lebih maju (kompleks) akan sama. Tetapi, pada kenyataannya perkembangan pada fase pemulihan selalu didominasi oleh makhluk yang lebih maju sehingga pada akhirnya makhluk yang lebih primitif tereliminasi.

Salah satu fakta yang dijadikan alasan bagi adanya perubahan terarah itu di antaranya adalah karena secara fisik iklim di permukaan bumi pada zaman Cambrium dan saat ini tidak terlalu jauh berbeda (Gambar 3.3). Iklim fisik saat ini sedikit lebih dingin, lebih kaya O_2, dan sedikit CO_2. Pada zaman Cambrium luas lautan sedikit lebih besar daripada sekarang dan aktivitas vulkanik bawah laut lebih banyak, sedangkan aktivitas vulkanik di daratan lebih sedikit. Tetapi, antara zaman Cambrium sampai saat ini kondisi fisik permukaan bumi berubah-ubah

dengan variasi yang sangat besar yang ditandai pula oleh peristiwa-peristiwa kepunahan seperti yang kita bahas.

Arah perubahan sepanjang gejolak perubahan waktu tersebut dapat teramati pada komposisi hewan tidak

Gambar 3.3
Perkembangan perubahan parameter-parameter lingkungan di permukaan bumi semenjak munculnya kehidupan.
(Sumber: scientificamerican.com; washingtonpost.com)

bertulang belakang di laut, karena pada periode Cambrium baru hewan-hewan jenis ini yang ada. Semua hewan invertebrata laut pada periode Cambrium tidak dijumpai lagi sekarang. Mereka benar-benar punah pada periode Permian. Sebaliknya, jenis-jenis hewan yang ada pada zaman ini sudah ada sejak zaman Cambrium, tetapi pada waktu itu keragamannya sangat sedikit. Sebagian dari jenis-jenis tersebut mendominasi era Paleozoikum dan berkurang sejak era Mesozoikum, sedangkan sebagian lainnya mendominasi sejak era Mesozoikum dan berkembang mendominasi pada era modern ini. Arah perubahan di darat, terutama untuk hewan bertulang belakang, lebih jelas lagi. Sebagian besar hewan-hewan yang hidup pada zaman lalu telah benar-benar punah. Misalnya amfibi dan kadal raksasa yang berkembang pada zaman Karbon serta dinosaurus yang mendominasi era Tersier telah benar-benar punah dan digantikan oleh mamalia, termasuk manusia.

C. PENYEMPURNAAN CIPTAAN

Hari-hari di permukaan bumi yang dijumpai umat manusia, dibandingkan dengan masa lalu bumi, adalah masa yang sangat tenang dan nyaman. Sepanjang sejarah manusia memang tercatat beberapa peristiwa bencana besar yang juga menyebabkan kepunahan, tetapi umumnya bersifat lokal atau tidak sebesar bencana-bencana sebelumnya. Pada kurun waktu Epoch terakhir (Holocene) kira-kira 10.000 tahun yang lalu, tampaknya kebudayaan manusia baru akan dimulai dan selama kurun itu tidak ada peristiwa alam luar biasa yang mempengaruhi kondisi lingkungan di permukaan bumi secara signifikan, kecuali yang diakibatkan oleh aktivitas manusia sendiri.

Hominid, makhluk hidup yang menyerupai manusia dan/atau yang sering dianggap cikal bakal manusia muncul kira-kira 2,5 juta tahun yang lalu. Semenjak saat itu sampai sekarang fluktuasi iklim lingkungan yang paling berat tampaknya adalah siklus perubahan iklim dimana setiap seratus ribu tahun terjadi pendinginan yang menimbulkan zaman es. Setiap pendinginan, pendinginan suhu rata-rata bumi turun sekitar 8–10 °C menyebabkan penurunan muka air laut sedalam beberapa puluh meter yang menyebabkan terhubungnya beberapa pulau dan benua, misalnya antara Asia dan Amerika Utara melalui Semenanjung Kamsyatka di Selat Bering. Demikian pula pulau-pulau di Indonesia. Sumatera, Kalimantan, dan Jawa bersatu menjadi suatu dataran luas yang dikenal dengan Paparan Sunda, sedangkan di bagian timur Australia menyatu

dengan beberapa pulau di Maluku dan membentuk Paparan Sahul.

Tampaknya pergeseran temperatur rata-rata seperti di atas dapat ditoleransi oleh manusia karena pada zaman sekarang pun manusia mampu bertahan pada perbedaan temperatur tahunan rata-rata yang berfluktuasi dengan besar pergeseran di atas 10 °C, misalnya di daerah beriklim sedang dengan empat musim. Meski demikian, mungkin saja fluktuasi tersebut dirasa berat oleh manusia-manusia purba karena mereka belum memiliki budaya dan teknologi yang cukup untuk melindungi diri dari hawa yang sangat dingin atau panas. Dari beberapa jenis (serupa) manusia, yaitu *Homo Habilis*, *Homo erectus*, *Homo Neanderthal*, dan sebagainya, hanya *Homo sapiens* atau manusia seperti kita yang tidak punah dan bertahan sampai saat ini. []

BAB IV
KEPUNAHAN DALAM AL-QUR'AN

A. KEPUNAHAN UMAT-UMAT TERDAHULU

Al-Qur'an banyak menceritakan kepunahan yang pernah terjadi di muka bumi, terutama pemusnahan kaum-kaum terdahulu yang mengingkari dan menentang ketuhanan Allah dan melampaui batas serta berbuat kerusakan. Berikut secara global disebutkan kisah-kisah Qur'ani tentang umat terdahulu yang Allah musnahkan.

1. *Kaum Nabi Nuh*

   Nabi Nuh berdakwah selama 950 tahun, namun hanya 80-an orang dari kaumnya yang beriman. Mereka mendustakan dan memperolok Nabi Nuh. Allah lalu mendatangkan banjir besar yang menenggelamkan mereka yang kafir, termasuk anak dan istri Nabi Nuh. Kisah mereka tercantum dalam ayat-ayat berikut.

وَلَقَدْ اَرْسَلْنَا نُوْحًا اِلٰى قَوْمِهٖ فَلَبِثَ فِيْهِمْ اَلْفَ سَنَةٍ اِلَّا خَمْسِيْنَ عَامًا ۗفَاَخَذَهُمُ الطُّوْفَانُ وَهُمْ ظٰلِمُوْنَ ١٤

Dan sungguh, Kami telah mengutus Nuh kepada kaumnya, maka dia tinggal bersama mereka selama seribu tahun kurang lima puluh tahun. Kemudian mereka dilanda banjir besar, sedangkan mereka adalah orang-orang yang zalim. (al-'Ankabūt/29: 14)

اِنَّا وَقَوْمَ نُوْحٍ مِّنْ قَبْلُ ۗاِنَّهُمْ كَانُوْا هُمْ اَظْلَمَ وَاَطْغٰىۗ ٥٢

Dan (juga) kaum Nuh sebelum itu. Sungguh, mereka adalah orang-orang yang paling zalim dan paling durhaka. (an-Najm/ 53: 52)

2. *Kaum Nabi Hud*

Nabi Hud diutus kepada kaum ‘Ad. Mereka mendustakan kenabian Nabi Hud. Allah lalu mendatangkan angin dahsyat disertai bunyi guruh yang menggelegar hingga mereka tertimbun pasir dan akhirnya binasa. Kisah kaum ‘Ad dapat dibaca misalnya pada ayat-ayat berikut.

أَلَمْ يَأْتِهِمْ نَبَأُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلِهِمْ قَوْمِ نُوحٍ وَعَادٍ وَثَمُودَ ۙ وَقَوْمِ إِبْرٰهِيمَ وَأَصْحٰبِ مَدْيَنَ وَالْمُؤْتَفِكٰتِ ۗ أَتَتْهُمْ رُسُلُهُمْ بِالْبَيِّنٰتِ ۚ فَمَا كَانَ اللّٰهُ لِيَظْلِمَهُمْ وَلٰكِنْ كَانُوٓا أَنْفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ﴿٧٠﴾

Apakah tidak sampai kepada mereka berita (tentang) orang-orang yang sebelum mereka, (yaitu) kaum Nuh, ‘Ad, Samud, kaum Ibrahim, penduduk Madyan, dan (penduduk) negeri-negeri yang telah musnah? Telah datang kepada mereka rasul-rasul dengan membawa bukti-bukti yang nyata; Allah tidak menzalimi mereka, tetapi merekalah yang menzalimi diri mereka sendiri. (at-Taubah/ 9: 70)

فَإِنْ أَعْرَضُوا فَقُلْ أَنْذَرْتُكُمْ صٰعِقَةً مِّثْلَ صٰعِقَةِ عَادٍ وَّثَمُودَ ۗ ﴿١٣﴾

Jika mereka berpaling maka katakanlah, “Aku telah memperingatkan kamu akan (bencana) petir seperti petir yang menimpa kaum ’Ad dan kaum Samud. (Fuṣṣilat /41: 13)

وَعَادٌ وَّفِرْعَوْنُ وَإِخْوَانُ لُوطٍ ۙ ﴿١٣﴾

Dan (demikian juga) kaum ‘Ad, kaum Firaun dan kaum Lut. (Qāf/50: 13)

وَأَنَّهُ أَهْلَكَ عَادًا الْأُولٰى ۙ ﴿٥٠﴾

Dan sesungguhnya Dialah yang telah membinasakan kaum ‘Ad dahulu kala. (an-Najm/53: 50)

كَذَّبَتْ عَادٌ فَكَيْفَ كَانَ عَذَابِي وَنُذُرِ ﴿١٨﴾ إِنَّآ أَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ رِيحًا صَرْصَرًا فِي يَوْمِ نَحْسٍ مُّسْتَمِرٍّ ۙ ﴿١٩﴾ تَنْزِعُ النَّاسَ ۙ كَأَنَّهُمْ أَعْجَازُ نَخْلٍ مُّنْقَعِرٍ ﴿٢٠﴾

Kaum ‘Ad pun telah mendustakan. Maka betapa dahsyatnya azab-Ku dan peringatan-Ku! Sesungguhnya Kami telah mengembuskan angin yang sangat kencang kepada mereka pada hari nahas yang terus menerus, yang membuat manusia bergelimpangan, mereka bagaikan pohon-pohon kurma yang tumbang dengan akar-akarnya. (al-Qamar/54: 18–20)

3. *Kaum Nabi Salih*

Nabi Salih diutus Allah kepada kaum Samud. Allah memberi Nabi Salih mukjizat berwujud seekor unta betina yang keluar dari celah batu. Meski demikian, umatnya tetap saja tidak mau beriman dan malah membunuh dengan keji unta

betina tersebut sehingga Allah pun menimpakan azab kepada mereka. Kisah kaum Nabi Salih disebutkan di antaranya dalam ayat-ayat berikut.

وَاَخَذَ الَّذِيْنَ ظَلَمُوا الصَّيْحَةُ فَاَصْبَحُوْا فِيْ دِيَارِهِمْ جٰثِمِيْنَ ۙ ﴿٦٧﴾ كَاَنْ لَّمْ يَغْنَوْا فِيْهَا ۗ اَلَآ اِنَّ ثَمُوْدَا۟ كَفَرُوْا رَبَّهُمْ ۗ اَلَا بُعْدًا لِّثَمُوْدَ ࣖ ﴿٦٨﴾

Kemudian suara yang mengguntur menimpa orang-orang zalim itu, sehingga mereka mati bergelimpangan di rumahnya. Seolah-olah mereka belum pernah tinggal di tempat itu. Ingatlah, kaum Samud mengingkari Tuhan mereka. Ingatlah, binasalah kaum Samud. (Hūd/11: 67–68)

وَلَقَدْ كَذَّبَ اَصْحٰبُ الْحِجْرِ الْمُرْسَلِيْنَ ۙ ﴿٨٠﴾ وَاٰتَيْنٰهُمْ اٰيٰتِنَا فَكَانُوْا عَنْهَا مُعْرِضِيْنَ ۙ ﴿٨١﴾ وَكَانُوْا يَنْحِتُوْنَ مِنَ الْجِبَالِ بُيُوْتًا اٰمِنِيْنَ ﴿٨٢﴾ فَاَخَذَتْهُمُ الصَّيْحَةُ مُصْبِحِيْنَ ۙ ﴿٨٣﴾ فَمَآ اَغْنٰى عَنْهُمْ مَّا كَانُوْا يَكْسِبُوْنَ ۗ ﴿٨٤﴾

Dan sesungguhnya penduduk negeri Hijr benar-benar telah mendustakan para rasul (mereka), dan Kami telah mendatangkan kepada mereka tanda-tanda (kekuasaan) Kami, tetapi mereka selalu berpaling darinya, dan mereka memahat rumah-rumah dari gunung batu, (yang didiami) dengan rasa aman.Kemudian mereka dibinasakan oleh suara keras yang mengguntur pada pagi hari, sehingga tidak berguna bagi mereka, apa yang telah mereka usahakan. (al-Ḥijr/15: 80–84)

وَثَمُوْدَا۟ فَمَآ اَبْقٰى ۙ ﴿٥١﴾

Dan kaum Samud, tidak seorang pun yang ditinggalkan-Nya (hidup). (an-Najm/ 53: 51)

4. *Kaum Nabi Lut*

Umat Nabi Lut terkenal dengan perbuatan menyimpang, yaitu menikah dengan pasangan sejenis (homoseksual dan lesbian). Kendati Nabi Lut memperingatkan mereka atas kelakuan tersebut, mereka tetap saja tidak mau bertobat. Allah lalu menimpakan azab kepada mereka berupa gempa bumi dahsyat disertai angin kencang dan hujan batu yang meluluhlantakkan perkampungan mereka. Kaum Nabi Lut pun tertimbun di bawah reruntuhan rumah mereka sendiri. Allah mengabadikan kisah mereka dalam firman-firman-Nya berikut.

وَجَاۤءَ اَهْلُ الْمَدِيْنَةِ يَسْتَبْشِرُوْنَ ﴿٦٧﴾ قَالَ اِنَّ هٰٓؤُلَاۤءِ ضَيْفِيْ فَلَا تَفْضَحُوْنِ ۙ ﴿٦٨﴾ وَاتَّقُوا اللّٰهَ وَلَا تُخْزُوْنِ ﴿٦٩﴾

Dan datanglah penduduk kota itu (ke rumah Lut) dengan gembira (karena kedatangan tamu itu). Dia (Lut) berkata, "Sesungguhnya mereka adalah tamuku; maka jangan kamu mempermalukan aku, Dan bertakwalah kepada Allah dan janganlah kamu membuat aku terhina." (al-Ḥijr/15: 67–69)

كَذَّبَتْ قَوْمُ لُوْطِ ِۨالْمُرْسَلِيْنَ ۖ ﴿١٦٠﴾ اِذْ قَالَ لَهُمْ اَخُوْهُمْ لُوْطٌ اَلَا تَتَّقُوْنَ ۚ ﴿١٦١﴾

Kaum Lut telah mendustakan para rasul, ketika saudara mereka Lut berkata kepada mereka, "Mengapa kamu tidak bertakwa?" (asy-Syu'arā'/26: 160–161)

وَلُوْطًا اِذْ قَالَ لِقَوْمِهٖٓ اَتَأْتُوْنَ الْفَاحِشَةَ وَاَنْتُمْ تُبْصِرُوْنَ ﴿٥٤﴾ اَىِٕنَّكُمْ لَتَأْتُوْنَ الرِّجَالَ شَهْوَةً مِّنْ دُوْنِ النِّسَاۤءِ ۗ بَلْ اَنْتُمْ قَوْمٌ تَجْهَلُوْنَ ﴿٥٥﴾

Dan (ingatlah kisah) Lut, ketika dia berkata kepada kaumnya, "Mengapa kamu mengerjakan perbuatan fahisyah (keji), padahal kamu melihatnya (kekejian perbuatan maksiat itu)?" Mengapa kamu mendatangi laki-laki untuk (memenuhi) syahwat(mu), bukan (mendatangi) perempuan? Sungguh, kamu adalah kaum yang tidak mengetahui (akibat perbuatanmu). (an-Naml/27: 54–55)

5. *Kaum Nabi Syuaib*

Nabi Syuaib diutus kepada kaum Madyan. Allah menimpakan azab kepada mereka karena kebiasaan mereka melakukan penipuan dan kecurangan dalam perdagangan. Mereka minta dilebihkan bila membeli sesuatu, namun mengurangi takaran atau timbangan bila mereka menjualnya. Azab Allah itu berupa hawa yang luar biasa panas. Kendati berlindung di tempat yang teduh, hal itu tak mampu membebaskan mereka dari rasa panas hingga mereka pun binasa. Selain kepada kaum Madyan, Nabi Syuaib juga diutus kepada *Aṣḥābul-Aikah*. Mereka menyembah pepohonan rimbun, karena itulah, menurut sebagian mufasir, mereka disebut *Aṣḥābul-Aikah*—para penyembah hutan lebat. Kisah mereka dapat dibaca dalam firman Allah berikut.

وَاِنْ كَانَ اَصْحٰبُ الْاَيْكَةِ لَظٰلِمِيْنَ ۙ ﴿٧٨﴾ فَانْتَقَمْنَا مِنْهُمْ ۘ وَاِنَّهُمَا لَبِاِمَامٍ مُّبِيْنٍ ۗ ﴿٧٩﴾

Dan sesungguhnya penduduk Aikah itu benar-benar kaum yang zalim, maka Kami membinasakan mereka. Dan sesungguhnya kedua (negeri) itu terletak di satu jalur jalan raya. (al-Ḥijr/15: 78–79)

اِذْ تَمْشِيْٓ اُخْتُكَ فَتَقُوْلُ هَلْ اَدُلُّكُمْ عَلٰى مَنْ يَّكْفُلُهٗ ۗ فَرَجَعْنٰكَ اِلٰٓى اُمِّكَ كَيْ تَقَرَّ عَيْنُهَا وَلَا تَحْزَنَ ەۗ وَقَتَلْتَ نَفْسًا فَنَجَّيْنٰكَ مِنَ الْغَمِّ وَفَتَنّٰكَ فُتُوْنًا ەۗ فَلَبِثْتَ سِنِيْنَ فِيْٓ اَهْلِ مَدْيَنَ ەۙ ثُمَّ جِئْتَ عَلٰى قَدَرٍ يّٰمُوْسٰى ﴿٤٠﴾

(Yaitu) ketika saudara perempuanmu ber-jalan, lalu dia berkata (kepada keluarga Firaun), 'Bolehkah saya menunjukkan kepadamu orang yang akan memeliharanya?' Maka Kami mengembalikanmu kepada ibumu, agar senang hatinya dan tidak bersedih hati. Dan engkau pernah membunuh seseorang, lalu Kami selamatkan engkau dari kesulitan (yang besar)

dan Kami telah mencobamu dengan beberapa cobaan (yang berat); lalu engkau tinggal beberapa tahun di antara penduduk Madyan, kemudian engkau, wahai Musa, datang menurut waktu yang ditetapkan. (Ṭāhā/20: 40)

وَاَصْحٰبُ مَدْيَنَۚ وَكُذِّبَ مُوْسٰى فَاَمْلَيْتُ لِلْكٰفِرِيْنَ ثُمَّ اَخَذْتُهُمْۚ فَكَيْفَ كَانَ نَكِيْرِ ﴿٤٤﴾

Dan penduduk Madyan. Dan Musa (juga) telah didustakan, namun Aku beri tenggang waktu kepada orang-orang kafir, kemudian Aku siksa mereka, maka betapa hebatnya siksaan-Ku. (al-Ḥajj/22: 44)

كَذَّبَ اَصْحٰبُ لْـَٔيْكَةِ الْمُرْسَلِيْنَ ۖ ﴿١٧٦﴾ اِذْ قَالَ لَهُمْ شُعَيْبٌ اَلَا تَتَّقُوْنَۚ ﴿١٧٧﴾

Penduduk Aikah telah mendustakan para rasul; ketika Syuaib berkata kepada mereka, "Mengapa kamu tidak bertakwa?" (asy-Syu'a-rā'/26: 176–177)

وَثَمُوْدُ وَقَوْمُ لُوْطٍ وَّاَصْحٰبُ لْـَٔيْكَةِۗ اُولٰۤىِٕكَ الْاَحْزَابُ ﴿١٣﴾

Dan (begitu juga) Samud, kaum Lut, dan penduduk Aikah. Mereka itulah golongan-golongan yang bersekutu (menentang rasul-rasul). (Ṣād/38: 13)

6. *Firaun*

   Bani Israil menerima perlakuan semena-mena dari Firaun, penguasa Mesir. Allah lalu mengutus Nabi Musa dan Harun untuk memperingatkan Firaun akan azab Allah. Alih-alih beriman, Firaun malah mengaku sebagai tuhan. Ia akhirnya tewas ditenggelamkan oleh Allah di Laut Merah ketika berusaha mengejar Nabi Musa dan Bani Israil. Jasadnya berhasil diselamatkan dan hingga kini masih bisa disaksikan di museum mumi di Mesir. Firaun disebut antara lain dalam ayat-ayat berikut.

وَاِذْ فَرَقْنَا بِكُمُ الْبَحْرَ فَاَنْجَيْنٰكُمْ وَاَغْرَقْنَآ اٰلَ فِرْعَوْنَ وَاَنْتُمْ تَنْظُرُوْنَ ﴿٥٠﴾

Dan (ingatlah) ketika Kami membelah laut untukmu, sehingga kamu dapat Kami selamatkan dan Kami tenggelamkan (Firaun dan) pengikut-pengikut Firaun, sedang kamu menyaksikan. (al-Baqarah/2: 50)

فَالْيَوْمَ نُنَجِّيْكَ بِبَدَنِكَ لِتَكُوْنَ لِمَنْ خَلْفَكَ اٰيَةً ۗوَاِنَّ كَثِيْرًا مِّنَ النَّاسِ عَنْ اٰيٰتِنَا لَغٰفِلُوْنَࣖ ﴿٩٢﴾

Maka pada hari ini Kami selamatkan jasadmu agar engkau dapat menjadi pelajaran bagi orang-orang yang datang setelahmu, tetapi kebanyakan manusia tidak mengindahkan tanda-tanda (kekuasaan) Kami. (Yūnus/10: 92)

كَذَّبَتْ قَبْلَهُمْ قَوْمُ نُوْحٍ وَّعَادٌ وَّفِرْعَوْنُ ذُو الْاَوْتَادِۙ ﴿١٢﴾

Sebelum mereka itu, kaum Nuh, 'Ad dan Fir'aun yang mempunyai bala tentara

yang banyak, juga telah mendustakan (rasul-rasul). (Ṣād/38: 12)

7. *Aṣḥābur-Rass*

   Secara literal *Aṣḥābur-Rass* berarti orang-orang yang tinggal di dekat sebuah telaga yang kering airnya. Konon, nabi yang diutus kepada mereka adalah Nabi Salih, namun ada pula yang menyebutkan Nabi Syuaib atau Hanzalah bin Sinwan —menurut riwayat lain: bin Safwan. Allah mengazab mereka karena menyembah patung, atau dalam riwayat lain karena mereka beramai-ramai menceburkan rasul yang Allah utus kepada mereka ke dalam sumur. *Aṣḥābur-Rass* disebut dalam firman-firman Allah berikut.

   وَّعَادًا وَّثَمُوْدَا۟ وَاَصْحٰبَ الرَّسِّ وَقُرُوْنًاۢ بَيْنَ ذٰلِكَ كَثِيْرًا ﴿٣٨﴾ وَكُلًّا ضَرَبْنَا لَهُ الْاَمْثَالَ ۖوَكُلًّا تَبَّرْنَا تَتْبِيْرًا ﴿٣٩﴾

   Dan (telah Kami binasakan) kaum 'Ad dan Samud dan penduduk Rass serta banyak (lagi) generasi di antara (kaum-kaum) itu. Dan masing-masing telah Kami jadikan perumpamaan dan masing-masing telah Kami hancurkan sehancur-hancurnya. (al-Furqān/25: 38–39)

   كَذَّبَتْ قَبْلَهُمْ قَوْمُ نُوْحٍ وَّاَصْحٰبُ الرَّسِّ وَثَمُوْدُ ﴿١٢﴾

   Sebelum mereka, kaum Nuh, penduduk Rass, dan Samud telah mendustakan (rasul-rasul). (Qāf/50: 12)

8. *Aṣḥābul-Qaryah*

   Menurut sebagian mufasir, *Aṣḥābul-Qaryah* yang secara harfiah berar-ti penduduk negeri adalah penduduk Antiokia. Mereka mendustakan para rasul yang diutus kepada mereka hingga Allah membinasakan mereka dengan datangnya suara yang sangat keras. Kisah mereka diabadikan dalam firman Allah,

   وَاضْرِبْ لَهُمْ مَّثَلًا اَصْحٰبَ الْقَرْيَةِ ۘ اِذْ جَاۤءَهَا الْمُرْسَلُوْنَۚ ﴿١٣﴾

   Dan buatlah suatu perumpamaan bagi mereka, yaitu penduduk suatu negeri, ketika utusan-utusan datang kepada mereka. (Yāsīn/36: 13)

9. *Kaum Tubba'*

   Tubba' adalah nama seorang raja bangsa Himyar yang beriman. Berbeda dari sang raja, kaumnya sangat ingkar kepada Allah hingga melampaui batas. Allah lalu menimpakan azab yang membuat mereka binasa. Peradaban mereka kala itu sudah cukup maju karena sudah mampu membangun bendungan air. Mereka disebut dalam firman-firman berikut.

   اَهُمْ خَيْرٌ اَمْ قَوْمُ تُبَّعٍۙ وَّالَّذِيْنَ مِنْ قَبْلِهِمْۗ

أَهْلَكْنٰهُمْ ۖ اِنَّهُمْ كَانُوْا مُجْرِمِيْنَ ﴿٣٧﴾

Apakah mereka (kaum musyrikin) yang lebih baik atau kaum Tubba‘, dan orang-orang yang sebelum mereka yang telah Kami binasakan karena mereka itu adalah orang-orang yang sungguh berdosa. (ad-Dukhān/44: 37)

وَّاَصْحٰبُ الْاَيْكَةِ وَقَوْمُ تُبَّعٍ ۗ كُلٌّ كَذَّبَ الرُّسُلَ فَحَقَّ وَعِيْدِ ﴿١٤﴾

Dan (juga) penduduk Aikah serta kaum Tubba‘. Semuanya telah mendustakan rasul-rasul maka berlakulah ancaman-Ku (atas mereka). (Qāf/50: 14)

10. *Kaum Saba’*

    Mereka dianugerahi kebun-kebun yang subur. Karena mereka enggan beribadah kepada Allah meski sudah diperingatkan oleh Nabi Sulaiman, Allah lalu menghancurkan mereka dengan banjir bandang akibat jebolnya bendungan Ma’rib yang mereka bangun. Allah berfirman,

لَقَدْ كَانَ لِسَبَاٍ فِيْ مَسْكَنِهِمْ اٰيَةٌ ۚ جَنَّتٰنِ عَنْ يَّمِيْنٍ وَّشِمَالٍ ەۗ كُلُوْا مِنْ رِّزْقِ رَبِّكُمْ وَاشْكُرُوْا لَهٗ ۗ بَلْدَةٌ طَيِّبَةٌ وَّرَبٌّ غَفُوْرٌ ﴿١٥﴾ فَاَعْرَضُوْا فَاَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ سَيْلَ الْعَرِمِ وَبَدَّلْنٰهُمْ بِجَنَّتَيْهِمْ جَنَّتَيْنِ ذَوَاتَيْ اُكُلٍ خَمْطٍ وَّاَثْلٍ وَّشَيْءٍ مِّنْ سِدْرٍ قَلِيْلٍ ﴿١٦﴾

Sungguh, bagi kaum Saba’ ada tanda (kebesaran Tuhan) di tempat kediaman mereka yaitu dua buah kebun di sebelah kanan dan di sebelah kiri, (kepada mereka dikatakan), “Makanlah olehmu dari rezeki yang (dianugerahkan) Tuhanmu dan bersyukurlah kepada-Nya. (Negerimu) adalah negeri yang baik (nyaman) sedang (Tuhanmu) adalah Tuhan Yang Maha Pengampun.” (Saba’/34: 15–16)

11. *Tentara Bergajah* (*Aṣḥābul-Fīl*)

    Allah menumpas tentara bergajah menjelang kelahiran Rasulullah. Mereka adalah tentara dari Yaman yang berangkat menuju Mekah untuk menghancurkan Ka‘bah. Belum lagi sampai di Mekah, mereka mendapat azab dari Allah yang terabadikan dalam Surah al-Fīl/105: 1–5.

اَلَمْ تَرَ كَيْفَ فَعَلَ رَبُّكَ بِاَصْحٰبِ الْفِيْلِ ۗ ﴿١﴾ اَلَمْ يَجْعَلْ كَيْدَهُمْ فِيْ تَضْلِيْلٍ ۙ ﴿٢﴾ وَّاَرْسَلَ عَلَيْهِمْ طَيْرًا اَبَابِيْلَ ۙ ﴿٣﴾ تَرْمِيْهِمْ بِحِجَارَةٍ مِّنْ سِجِّيْلٍ ۙ ﴿٤﴾ فَجَعَلَهُمْ كَعَصْفٍ مَّأْكُوْلٍ ࣖ ﴿٥﴾

Tidakkah engkau (Muhammad) perhatian bagaimana Tuhanmu telah bertindak terhadap pasukan bergajah? Bukankah Dia telah menjadikan tipu daya mereka itu sia-sia? dan Dia mengirimkan kepada mereka burung yang berbondong-bondong, yang melempari mereka dengan batu dari tanah liat yang dibakar, sehingga mereka dijadikan-Nya seperti daun-daun yang dimakan (ulat). (al-Fīl/105: 1–5)

Allah amat berkuasa dan tentu memiliki berbagai cara untuk memusnahkan suatu kaum. Meski begitu, pada kebanyakan kasus, Allah menggunakan alam sebagai pemusnah, misalnya banjir, petir, gempa, dan sebagainya. Walaupun tampak sebagai fenomena alam biasa, tetapi pada kasus pemusnahan umat-umat yang ingkar mekanisme kejadiannya seringkali sulit diterangkan oleh akal dan ilmu pengetahuan. Pada peristiwa-peristiwa banjir Nabi Nuh, guntur yang memusnahkan Kaum ‘Ad, pembalikan bumi dan hujan batu yang menimpa kaum Nabi Lut, dan pemusnahan umat lainnya tersisa pertanyaan tentang mekanisme yang sebenarnya terjadi. Belum pula dapat dijelaskan secara ilmiah burung apa yang berbondong-bondong itu dan apa yang dimak-sud dengan batu dari tanah liat yang dibakar.

B. KIAMAT

Kepunahan terbesar yang akan terjadi adalah kiamat. Kiamat adalah hancurnya alam beserta seluruh makhluk hidup di dalamnya, termasuk manusia dan kebudayaannya. Peristiwa tersebut merupakan akhir dari keberadaan alam nyata yang kita saksikan sekarang dan akan digantikan oleh alam lain yang tatanannya sama sekali berbeda. Meski kita tidak akan bisa membayangkan persisnya kejadian itu, tetapi Al-Qur’an menggambarkannya dengan peristiwa alam dahsyat yang belum pernah terjadi sebelumnya,

إِذَا الشَّمْسُ كُوِّرَتْ ۝١ وَإِذَا النُّجُومُ انْكَدَرَتْ ۝٢ وَإِذَا الْجِبَالُ سُيِّرَتْ ۝٣

Apabila matahari digulung, dan apabila bintang-bintang berjatuhan, dan apabila gunung-gunung dihancurkan. (at-Takwīr/81: 1–3)

إِذَا السَّمَاءُ انْفَطَرَتْ ۝١ وَإِذَا الْكَوَاكِبُ انْتَثَرَتْ ۝٢ وَإِذَا الْبِحَارُ فُجِّرَتْ ۝٣

Apabila langit terbelah, dan apabila bintang-bintang jatuh berserakan, dan apabila lautan dijadikan meluap. (al-Infiṭār/82: 1–3)

إِذَا السَّمَاءُ انْشَقَّتْ ۝١ وَأَذِنَتْ لِرَبِّهَا وَحُقَّتْ ۝٢ وَإِذَا الْأَرْضُ مُدَّتْ ۝٣ وَأَلْقَتْ مَا فِيهَا وَتَخَلَّتْ ۝٤

Apabila langit terbelah, dan patuh kepada Tuhannya, dan sudah semestinya patuh, dan apabila bumi diratakan, dan memuntahkan apa yang ada di dalamnya dan menjadi kosong. (al-Insyiqāq/84: 1–4)

الْقَارِعَةُ ۝١ مَا الْقَارِعَةُ ۝٢ وَمَا أَدْرَاكَ مَا الْقَارِعَةُ ۝٣ يَوْمَ يَكُونُ النَّاسُ كَالْفَرَاشِ الْمَبْثُوثِ ۝٤ وَتَكُونُ الْجِبَالُ كَالْعِهْنِ الْمَنْفُوشِ ۝٥

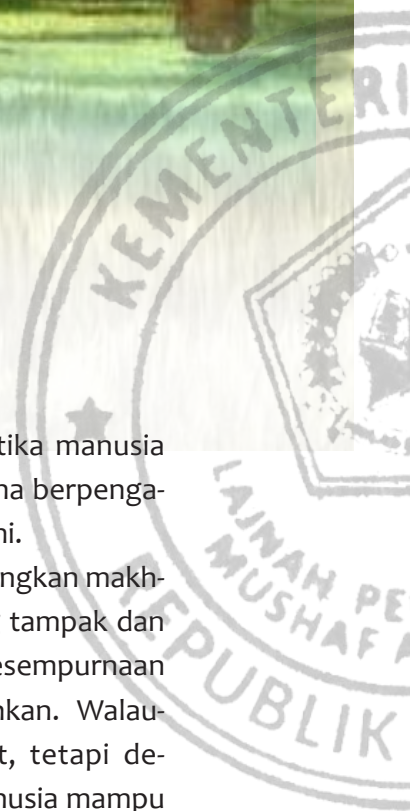
Hari Kiamat, Apakah hari Kiamat itu? Dan tahukah kamu apakah hari Kiamat itu? Pada hari itu manusia seperti laron yang beterbang-

an, dan gunung-gunung seperti bulu yang dihambur-hamburkan. (al-Qāri'ah/101: 1–5)

Penafsiran berdasarkan ilmu pengetahuan tentang kehancuran alam semesta telah disajikan dalam buku *Kiamat dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Kepunahan adalah kiamat kecil, dan itu pasti terjadi. []

BAB V
PENUTUP

Jejak masa lalu yang tersimpan dalam bentuk batuan dan fosil yang tersebar di seluruh bagian permukaan bumi, selain telah membuat manusia takjub tentang apa yang pernah terjadi di luar kesaksiannya, telah pula memberi mereka pelajaran tentang adanya kekuasaan yang mengatur semua hal di alam semesta ini. Dengan bukti jejak-jejak tersebut, logika keilmuan pun akan sulit mengatakan bahwa proses kejadian bumi adalah suatu kebetulan dari proses alami yang acak. Keteraturan urutan kejadian di permukaan bumi beserta muncul dan punahnya berbagai jenis makhluk hidup yang menghuninya, memperlihatkan adanya suatu kekuasaan yang mengarahkan terciptanya kehidupan masa kini, ketika manusia sebagai makhluk sempurna berpengaruh dominan di muka bumi.

Secara fisik, dibandingkan makhluk hidup mana pun yang tampak dan pernah tampak di bumi, kesempurnaan manusia tidak terbantahkan. Walaupun bukan yang terkuat, tetapi dengan kecerdasannya, manusia mampu menguasai dan memanfaatkan energi di luar dirinya. Dengan kemampuan itu manusia mampu menguasai dan mengontrol kekuatan yang jauh melebihi makhluk hidup bumi lain yang terkuat dari zaman mana pun. Dengan kecerdasan ini pula, secara otomatis, manusia menjadi satu-satunya makhluk yang mampu berperan sebagai khalifah Allah di muka bumi ini.

وَاِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰۤىِٕكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً ۗ قَالُوْٓا اَتَجْعَلُ فِيْهَا مَنْ يُّفْسِدُ فِيْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاۤءَۚ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّيْٓ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ۝٣٠

Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, "Aku hendak menjadikan khalifah di bumi." Mereka berkata, "Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?" Dia berfirman, "Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui." (al-Baqarah/2: 30)

Peran sentral manusia di muka bumi sebagai makhluk yang disempurnakan secara fisik dan biologis tampak pula dalam waktu penyiapan bumi, bahkan seluruh alam semesta ini, sebelum munculnya manusia. Manusia berakal yang diidentikkan dengan *Homo sapiens* dalam istilah sains baru tercatat hidup sebagai makhluk berbudaya kira-kira 40.000 tahun yang lalu, yang dikenal dengan kebudayaan Batu Lama Atas (*upper-paleolithic*). Apabila ini adalah titik tolak kebudayaan di mana manusia layak memikul tanggung jawab kekhalifahan, maka betapa sangat pendeknya masa hidup "kemanusiaan" dibandingkan dengan masa persiapan "prasarana" untuk kehidupannya. Sampai dengan masa dihuni oleh manusia yang sampai saat ini telah berlangsung sekitar 40.000 tahun, bumi telah mengalami penyiapan selama 4,5 miliar tahun, agar manusia bisa hidup nyaman di atasnya disertai dengan ketersediaan pangan serta energi bagi kehidupannya.

Firman-firman Allah berikut berbicara mengenai penyiapan bumi sebagai tempat tinggal manusia.

وَلَقَدْ مَكَّنّٰكُمْ فِى الْاَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيْهَا مَعَايِشَ ۗ قَلِيْلًا مَّا تَشْكُرُوْنَ ࣖ ۝١٠

Dan sungguh, Kami telah menempatkan kamu di bumi dan di sana Kami sediakan (sumber) penghidupan untukmu. (Tetapi) sedikit sekali kamu bersyukur. (al-A'rāf/7: 10)

وَالْاَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيْهَا دِفْءٌ وَّمَنَافِعُ وَمِنْهَا تَأْكُلُوْنَ ۝٥

Dan hewan ternak telah diciptakan-Nya, untuk kamu padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai manfaat, dan sebagiannya kamu makan. (an-Naḥl/16: 5)

يُنْۢبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُوْنَ وَالنَّخِيْلَ وَالْاَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرٰتِۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيَةً لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ ۝١١

Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terda-pat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir. (an-Naḥl/16: 11)

وَهُوَ الَّذِيْ سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوْا مِنْهُ

لَحْمًا طَرِيًّا وَّتَسْتَخْرِجُوْا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُوْنَهَاۚ وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيْهِ وَلِتَبْتَغُوْا مِنْ فَضْلِهٖ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُوْنَ ﴿١٤﴾

Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur. (an-Naḥl/16: 14)

Tanpa disertai kesadaran dan pemahaman yang baik tentang posisi dan peran serta tanggung jawab khalifah di muka bumi, manusia memang akan menjadi makhluk perusak yang paling kuat pula. Saat ini pun ketika tanggung jawab pemeliharaan bumi sudah mulai disadari umat manusia, untuk memenuhi kebutuhan kita masih senang membabat hutan, membakar jutaan ton minyak bumi, gas bumi, dan batu bara serta mengaktifkan reaksi nuklir uranium, yang secara perlahan membawa kerusakan bagi lingkungan hidup kita di muka bumi.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِى الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ اَيْدِى النَّاسِ لِيُذِيْقَهُمْ بَعْضَ الَّذِيْ عَمِلُوْا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُوْنَ ﴿٤١﴾

Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (ar-Rūm/30: 41)

Seberapa fatal kerusakan di muka bumi yang dapat ditimbulkan manusia? Pola pemanfaatan bahan-bahan dan energi yang dilakukan di muka bumi telah mengakibatkan kerusakan berupa kenaikan temperatur rata-rata bumi dan kerusakan di atmosfer dengan melebarnya lubang ozon. Di lain pihak, apabila kita perhatikan rekaman siklus (puluhan tahun) suhu permukaan bumi sekarang memang sedang berada pada fase pemanasan. Kerusakan-kerusakan fatal pada masa lalu yang berakibat kepunahan massal lebih banyak disebabkan oleh bencana besar, sedangkan pada proses yang didasari oleh siklus perubahan jangka pendek bumi hanya menyebabkan kepunahan latar. Proses kepunahan masa lalu tidak pernah total, selalu tersisa sebagian, pada umumnya terdiri dari jenis-jenis makhluk hidup yang kemudian menjalani proses penyempurnaan. Pada peristiwa-peristiwa waktu lampau, proses berjalan secara alami tanpa campur tangan makhluk cerdas. Apakah dengan adanya campur tangan manusia menyebabkan kerusakan yang cukup besar dan memusnahkan kehidupan manusia itu sendiri?

Cepat atau lambat kepunahan manusia akan terjadi. Kita sedang me-

nunggu periode kepunahan lain yang besar kemungkinan kepunahan total beserta seluruh alam semesta ini, bisa dipicu oleh kerusakan yang dibuat manusia, karena siklus bencana besar yang secara periodik menimpa bumi, atau sebab lain apa pun yang dikehendaki oleh Allah. Kiamat suatu hari pasti terjadi. Allah berfirman,

وَمَا خَلَقْنَا السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَآ اِلَّا بِالْحَقِّۗ وَاِنَّ السَّاعَةَ لَاٰتِيَةٌ فَاصْفَحِ الصَّفْحَ الْجَمِيْلَ ٨٥

Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada di antara keduanya, melainkan dengan kebenaran. Dan sungguh, Kiamat pasti akan datang, maka maafkanlah (mereka) dengan cara yang baik. (al-Ḥijr/15: 85)

اِنَّ السَّاعَةَ لَاٰتِيَةٌ لَّا رَيْبَ فِيْهَاۖ وَلٰكِنَّ اَكْثَرَ النَّاسِ لَا يُؤْمِنُوْنَ ٥٩

Sesungguhnya hari Kiamat pasti akan datang, tidak ada keraguan tentangnya, akan tetapi kebanyakan manusia tidak beriman. (Gāfir/40: 59)

اَلْحَاۤقَّةُۙ ١ مَا الْحَاۤقَّةُ ۚ ٢ وَمَآ اَدْرٰىكَ مَا الْحَاۤقَّةُ ۗ ٣ ... فَاِذَا نُفِخَ فِى الصُّوْرِ نَفْخَةٌ وَّاحِدَةٌ ۙ ١٣ وَّحُمِلَتِ الْاَرْضُ وَالْجِبَالُ فَدُكَّتَا دَكَّةً وَّاحِدَةً ۙ ١٤ فَيَوْمَىِٕذٍ وَّقَعَتِ الْوَاقِعَةُ ۙ ١٥

Hari Kiamat; apakah hari Kiamat itu? Dan tahukah kamu apakah hari Kiamat itu? ... Maka apabila sangkakala ditiup sekali tiup, dan diangkatlah bumi dan gunung-gunung, lalu dibenturkan keduanya sekali benturan. Maka pada hari itu terjadilah hari Kiamat. (al-Ḥāqqah/69: 1–3 dan 13–15)

Pada peristiwa ini semua benda di alam semesta ini akan hancur, bahkan musnah. Bumi dan apa saja yang ada padanya, bahkan alam semesta ini, adalah fana dan suatu saat akan musnah. Yang kekal hanya Allah Sang Pencipta. Ketika kiamat terjadi, tidak ada lagi makhluk yang tersisa dari kehidupan di alam semesta, kecuali makhluk yang dikehendaki-Nya untuk tetap hidup. Makhluk itu, seperti dijelaskan para ulama, adalah para malaikat, di antaranya Malaikat Israfil, peniup sangkakala. Semua makhluk hidup binasa, menyisakan roh-roh yang akan melanjutkan kehidupannya di alam-alam lain, bukan lagi alam semesta yang mereka diami sebelumnya. Informasi tersebut tercantum dalam firman Allah,

وَنُفِخَ فِى الصُّوْرِ فَصَعِقَ مَنْ فِى السَّمٰوٰتِ وَمَنْ فِى الْاَرْضِ اِلَّا مَنْ شَاۤءَ اللّٰهُ ۗ ثُمَّ نُفِخَ فِيْهِ اُخْرٰى فَاِذَا هُمْ قِيَامٌ يَّنْظُرُوْنَ ٦٨

Dan sangkakala pun ditiup, maka matilah semua (makhluk) yang di langit dan di bumi kecuali mereka yang dikehendaki Allah. Kemudian ditiup sekali lagi (sangkakala itu) maka seketika itu mereka bangun (dari kuburnya) menunggu (keputusan Allah). (az-Zumar/39: 68) []

DAFTAR PUSTAKA

Abdallah Yusuf Ali, *The Holy Qur'an, Text, Translation, and Commentary*, tp: t.tp., 1934.

Chaline J., *Histoire de l'homme et des Climats au Quaternaire*, Doin editeur, Paris, 1985.

Christiakov D.A., N.V. Varonova, "Genetic Evolution and Diversity of Common Carp Cyprinus carpio L. Centr. Eur." *Journal of Biologi*, vol 4 (3), 304–312, 2009.

Eich E., *Solanaceae and Convolvulaceae: Secondary Metabolism. Biosynthesis, Chemotaxonomy, Biological and Economical Significance - a Handbook*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008.

Glikson A., *Mass Extinction of Species and Climate Change, Earth and Palaeoclimate Science*, Australian National University, 2002.

Graham J.B., K. Dyckson, "The Evolution of Thunniform Locomotion and Heat Conservation in Scombrid Fishes: New Insight Based on the Morphology of the Allochtonus Fallai", *Zoological journal of the linnean society*, 129 (4): 419–466, 2000.

Hallam A., P.B. Wignal, *Mass Extinctions and Sea-level Changes*, Earth-Science Reviews 48 _1999, 217–250, Elsevier, 1999.

Jarvis, E.D. et al, "Whole-Genome Analyses Resolve Early Branches in the Tree of Life of Modern Birds". *Science,* 346 (6215): 1320–1331, 2014.

Marconi, Achmad, *Bagaimana Alam Semesta Diciptakan; Pendekatan Al-Qur'an dan Sains Modern*, Pustaka Jaya, 2003.

Monteglard C., F.M. Catzeflis, E. Douzely, "Phyllogenetic Relationships of Ardiodactyls and Ectaceaus as Deduced from the Comparison of Cytochrome b and 12 S Mytochondrials Sequences." *Molecular Biology and Evolutions*, 14 (5): 550–559, 1997.

Keller G., *Impacts, Volcanism and Mass Extinction: Random Coincidence or Cause and Effect?* Australian Journal of Earth Sciences (2005) 52, (725 – 757), 2005.

Langmuir C.H., W. Broecker, *How to Build a Habitable Planet: The Story of Earth from the Big Bang to Humankind*, Princeton University press, 2012.

Mc Guire B., *Global Catastrophe, a Very Short Introduction*, Oxford University Press, 2002.

Prasad V., C.A.E Stormberg, H. Alimohamedian, A. Salni, "Dinosaurs Coprolites and the Early Grasses and Grazers." *Science*, 310-(5751) - Washington DC, 2005.Silver C.S., R.S. de Fries, *One Earth One Future: Our Changing Global Environment*, National Academic Press, Washington, 1992.

----------------, *Earth History, A New Approach*. www.earthhystory.org.uk, diunduh Juni 2013.

INDEKS

C

D

E

F

X

Y

Z

بسم الله الرحمن الرحيم

تنـدا تصحيح

NO: P.VI/1/TL.02.1/1509/2015
Kode: A8G-III /U/1/XI/2015

لـجـنه فـنـتـصحيحن مصحف القرآن كمنتريان اكام ريفوبليك اندونيسـيا تلـه منـتصحيح اٰية-اٰية القراٰن دالم تفسير اٰية كونية دڠن تيـما "كفوناهن مخلوق هيدوف دالم فرسفكتف القراٰن دان سينس" يڠ دتربتكن اوله لجنه فنتصحيحن مصحف القراٰن بادن لتبڠ دان ديكلت كمنتريان اڬام ريفوبليك اندونيسيا.

دجتاك : س ف. دوتا فوترا مانديري، جاكرتا

اكورن : ١٧،٥ x ٢٥ س م

جاكرتا ، ١ صفر ١٤٣٧ هـ
١٣ نوفمبر ٢٠١٥ م

تيم فلاكسنا فنـتـصحيحن مصحف القراٰن

كتوا
دكتور حاج مخلص محمد حنفي

سكرتاريس
دكتور حاج احسن سخاء محمد